

## P/INT COOPERATION TREATY

PCT

## NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

Assistant Commissioner for Patents  
United States Patent and Trademark  
Office  
Box PCT  
Washington, D.C.20231  
ETATS-UNIS D'AMERIQUE

in its capacity as elected Office

|   |   |
|---|---|
| <b>Date of mailing (day/month/year)</b><br>29 August 2000 (29.08.00)            |   |
| <b>International application No.</b><br>PCT/JP00/00182                          | <b>Applicant's or agent's file reference</b><br>FNI99073            |
| <b>International filing date (day/month/year)</b><br>18 January 2000 (18.01.00) | <b>Priority date (day/month/year)</b><br>18 January 1999 (18.01.99) |
| <b>Applicant</b><br>YOSHIDA, Kouji  |   |

1. The designated Office is hereby notified of its election made:

☒ in the demand filed with the International Preliminary Examining Authority on:  
14 August 2000 (14.08.00)

☐ in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:

2. The election ☒ was

☐ was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

The International Bureau of WIPO  
34, chemin des Colombettes  
1211 Geneva 20, Switzerland

Authorized officer

Henrik Nyberg

Facsimile No.: (41-22) 740.14.35

Telephone No.: (41-22) 338.83.38

**This Page Blank (uspto)**

## PATENT COOPERATION TREATY

PTO/PCT Rec'd 18 JUL 2001  
PCT

From the INTERNATIONAL BUREAU

NOTIFICATION CONCERNING  
SUBMISSION OR TRANSMITTAL  
OF PRIORITY DOCUMENT

(PCT Administrative Instructions, Section 411)

To:

TATEISHI, Atsuji  
Paseo Building 5th Floor  
4-20, Haramachida 5-chome  
Machida-shi, Tokyo 194-0013  
JAPON

|  |  |
|--|--|
| Date of mailing (day/month/year)<br>22 March 2000 (22.03.00)         |  |
| Applicant's or agent's file reference<br>FNI99073                    | <b>IMPORTANT NOTIFICATION</b>  |
| International application No.<br>PCT/JP00/00182                      | International filing date (day/month/year)<br>18 January 2000 (18.01.00) |
| International publication date (day/month/year)<br>Not yet published | Priority date (day/month/year)<br>18 January 1999 (18.01.99)             |
| Applicant<br>NIKON CORPORATION et al                                 |  |

1. The applicant is hereby notified of the date of receipt (except where the letters "NR" appear in the right-hand column) by the International Bureau of the priority document(s) relating to the earlier application(s) indicated below. Unless otherwise indicated by an asterisk appearing next to a date of receipt, or by the letters "NR", in the right-hand column, the priority document concerned was submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b).
2. This updates and replaces any previously issued notification concerning submission or transmittal of priority documents.
3. An asterisk(\*) appearing next to a date of receipt, in the right-hand column, denotes a priority document submitted or transmitted to the International Bureau but not in compliance with Rule 17.1(a) or (b). In such a case, **the attention of the applicant is directed to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.**
4. The letters "NR" appearing in the right-hand column denote a priority document which was not received by the International Bureau or which the applicant did not request the receiving Office to prepare and transmit to the International Bureau, as provided by Rule 17.1(a) or (b), respectively. In such a case, **the attention of the applicant is directed to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.**

| <u>Priority date</u>    | <u>Priority application No.</u> | <u>Country or regional Office<br/>or PCT receiving Office</u> | <u>Date of receipt<br/>of priority document</u> |
|-------------------------|---------------------------------|---|---|
| 18 Janu 1999 (18.01.99) | 11/8986                         | JP  | 03 Marc 2000 (03.03.00)                         |

The International Bureau of WIPO  
34, chemin des Colombettes  
1211 Geneva 20, Switzerland

Facsimile No. (41-22) 740.14.35

Authorized officer

Juan Cruz

Telephone No. (41-22) 338.83.38

This Page Blank (uspto)

# PATENT COOPERATION TREATY

WO 00/42640  
PCT/JP00/00182

**PTO/PCT Rec'd 13 JUL 2001**  
**PCT**

## NOTICE INFORMING THE APPLICANT OF THE COMMUNICATION OF THE INTERNATIONAL APPLICATION TO THE DESIGNATED OFFICES

(PCT Rule 47.1(c), first sentence)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

TATEISHI, Atsuji  
Paseo Building 5th Floor  
4-20, Haramachida 5-chome  
Machida-shi, Tokyo 194-0013  
JAPON



|   |  |  |
|---|--|--|
| Date of mailing (day/month/year)<br>20 July 2000 (20.07.00) |  |  |
| Applicant's or agent's file reference<br>FNI99073           |  | <b>IMPORTANT NOTICE</b>                                      |
| International application No.<br>PCT/JP00/00182             | International filing date (day/month/year)<br>18 January 2000 (18.01.00) | Priority date (day/month/year)<br>18 January 1999 (18.01.99) |
| Applicant<br>NIKON CORPORATION et al                        |  |  |

1. Notice is hereby given that the International Bureau has communicated, as provided in Article 20, the international application to the following designated Offices on the date indicated above as the date of mailing of this Notice:  
**AU,CN,JP,KP,KR,US**

In accordance with Rule 47.1(c), third sentence, those Offices will accept the present Notice as conclusive evidence that the communication of the international application has duly taken place on the date of mailing indicated above and no copy of the international application is required to be furnished by the applicant to the designated Office(s).

2. The following designated Offices have waived the requirement for such a communication at this time:

**AE,AL,AP,BA,BB,BG,BR,CA,CR,CU,CZ,DM,EA,EE,EP,GD,GE,HR,HU,ID,IL,IN,IS,LC,LK,LR,LT,  
LV,MA,MG,MK,MN,MX,NO,NZ,OA,PL,RO,SG,SI,SK,TR,TT,UA,UZ,VN,YU,ZA**

The communication will be made to those Offices only upon their request. Furthermore, those Offices do not require the applicant to furnish a copy of the international application (Rule 49.1(a-bis)).

3. Enclosed with this Notice is a copy of the international application as published by the International Bureau on  
20 July 2000 (20.07.00) under No. WO 00/42640

### REMINDER REGARDING CHAPTER II (Article 31(2)(a) and Rule 54.2)

If the applicant wishes to postpone entry into the national phase until 30 months (or later in some Offices) from the priority date, a demand for international preliminary examination must be filed with the competent International Preliminary Examining Authority before the expiration of 19 months from the priority date.

It is the applicant's sole responsibility to monitor the 19-month time limit.

Note that only an applicant who is a national or resident of a PCT Contracting State which is bound by Chapter II has the right to file a demand for international preliminary examination.

### REMINDER REGARDING ENTRY INTO THE NATIONAL PHASE (Article 22 or 39(1))

If the applicant wishes to proceed with the international application in the national phase, he must, within 20 months or 30 months, or later in some Offices, perform the acts referred to therein before each designated or elected Office.

For further important information on the time limits and acts to be performed for entering the national phase, see the Annex to Form PCT/IB/301 (Notification of Receipt of Record Copy) and Volume II of the PCT Applicant's Guide.

|  |   |
|--|---|
| <p style="text-align: center;"><b>The International Bureau of WIPO</b><br/>34, chemin des Colombettes<br/>1211 Geneva 20, Switzerland</p> <p>Facsimile No. (41-22) 740.14.35</p> | <p>Authorized officer</p> <p style="text-align: center;"><b>J. Zahra</b></p> <p>Telephone No. (41-22) 338.83.38</p> |
|--|---|



This Page Blank (uspto)

## PATENT COOPERATION TREATY

## PCT

## INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

|   |  |  |
|---|--|--|
| Applicant's or agent's file reference<br>FNI99073   | FOR FURTHER ACTION See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416) |  |
| International application No.<br>PCT/JP00/00182   | International filing date (day/month/year)<br>18 January 2000 (18.01.00)   | Priority date (day/month/year)<br>18 January 1999 (18.01.99) |
| International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC<br>H01L 21/027 |  |  |
| Applicant<br>NIKON CORPORATION  |  |  |

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.

2. This REPORT consists of a total of 3 sheets, including this cover sheet.

☒ This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).

These annexes consist of a total of 8 sheets.

3. This report contains indications relating to the following items:

- I ☒ Basis of the report
- II ☐ Priority
- III ☐ Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- IV ☐ Lack of unity of invention
- V ☒ Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- VI ☐ Certain documents cited
- VII ☐ Certain defects in the international application
- VIII ☐ Certain observations on the international application

|   |   |
|---|---|
| Date of submission of the demand<br>14 August 2000 (14.08.00) | Date of completion of this report<br>29 March 2001 (29.03.2001) |
| Name and mailing address of the IPEA/JP                       | Authorized officer  |
| Facsimile No.   | Telephone No.   |

This Page Blank (uspto)



# INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/JP00/00182

## I. Basis of the report

### 1. With regard to the elements of the international application:\*

- ☐ the international application as originally filed
- ☒ the description:  
 pages 1-5,7-8,10-38, as originally filed  
 pages 6-6/1,9-9/1, filed with the demand  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_
- ☒ the claims:  
 pages 1-4,6-10,12-23, as originally filed  
 pages \_\_\_\_\_, as amended (together with any statement under Article 19  
 pages 5,11, filed with the demand  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_
- ☒ the drawings:  
 pages 1-10, as originally filed  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_
- ☐ the sequence listing part of the description:  
 pages \_\_\_\_\_, as originally filed  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_

### 2. With regard to the language, all the elements marked above were available or furnished to this Authority in the language in which the international application was filed, unless otherwise indicated under this item. These elements were available or furnished to this Authority in the following language \_\_\_\_\_ which is:

- ☐ the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 23.1(b)).
- ☐ the language of publication of the international application (under Rule 48.3(b)).
- ☐ the language of the translation furnished for the purposes of international preliminary examination (under Rule 55.2 and/or 55.3).

### 3. With regard to any nucleotide and/or amino acid sequence disclosed in the international application, the international preliminary examination was carried out on the basis of the sequence listing:

- ☐ contained in the international application in written form.
- ☐ filed together with the international application in computer readable form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in written form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in computer readable form.
- ☐ The statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished.
- ☐ The statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.

### 4. ☐ The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages \_\_\_\_\_
- ☐ the claims, Nos. \_\_\_\_\_
- ☐ the drawings, sheets/fig \_\_\_\_\_

### 5. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).\*\*

\* Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report since they do not contain amendments (Rule 70.16 and 70.17).

\*\* Any replacement sheet containing such amendments must be referred to under item 1 and annexed to this report.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.  
PCT/JP 00/00182

## V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

### 1. Statement

|                               |        |      |     |
|-------------------------------|--------|------|-----|
| Novelty (N)                   | Claims | 1-22 | YES |
|                               | Claims | 23   | NO  |
| Inventive step (IS)           | Claims | 1-22 | YES |
|                               | Claims |      | NO  |
| Industrial applicability (IA) | Claims | 1-23 | YES |
|                               | Claims |      | NO  |

### 2. Citations and explanations

#### Claim 23

There appears to be no difference between the invention disclosed in Claim 23 and a device manufactured using a conventional exposure device (including those disclosed in the documents cited in the international search report).

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

PCT

E P

U S

国際調査報告

(法 8 条、法施行規則第 40、41 条)  
[PCT 18 条、PCT 規則 43、44]

|                             |   |                         |  |
|-----------------------------|---|-------------------------|--|
| 出願人又は代理人<br>の書類記号 FNI 99073 | 今後の手続きについては、国際調査報告の送付通知様式(PCT/ISA/220)及び下記 5 を参照すること。 |                         |  |
| 国際出願番号<br>PCT/JP00/00182    | 国際出願日<br>(日.月.年) 18.01.00                             | 優先日<br>(日.月.年) 18.01.99 |  |
| 出願人 (氏名又は名称)<br>株式会社ニコン     |   |                         |  |

国際調査機関が作成したこの国際調査報告を法施行規則第 41 条 (PCT 18 条) の規定に従い出願人に送付する。  
この写しは国際事務局にも送付される。

この国際調査報告は、全部で 2 ページである。

☐ この調査報告に引用された先行技術文献の写しも添付されている。

#### 1. 国際調査報告の基礎

a. 言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願がされたものに基づき国際調査を行った。

☐ この国際調査機関に提出された国際出願の翻訳文に基づき国際調査を行った。

b. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際調査を行った。

☐ この国際出願に含まれる書面による配列表

☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出された書面による配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった。

☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記録した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

2. ☐ 請求の範囲の一部の調査ができない (第 I 欄参照)。

3. ☐ 発明の単一性が欠如している (第 II 欄参照)。

4. 発明の名称は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 次に示すように国際調査機関が作成した。

5. 要約は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 第 III 欄に示されているように、法施行規則第 47 条 (PCT 規則 38.2(b)) の規定により国際調査機関が作成した。出願人は、この国際調査報告の発送の日から 1 カ月以内にこの国際調査機関に意見を提出することができる。

6. 要約書とともに公表される図は、

第 6 図とする。 ☐ 出願人が示したとおりである。

☐ なし

☐ 出願人は図を示さなかった。

☒ 本図は発明の特徴を一層よく表している。

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H01L21/027

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H01L21/027

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2000年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2000年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2000年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の<br>カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                                 | 関連する<br>請求の範囲の番号 |
|-----------------|---|------------------|
| X               | JP, 10-326739, A (株式会社ニコン) 8. 12月. 1998 (08. 12. 98)<br>(ファミリーなし) | 5, 11-23         |
| Y               | JP, 10-97983, A (株式会社ニコン) 14. 4月. 1998 (14. 04. 98)<br>(ファミリーなし)  | 5, 11-23         |
| Y               | JP, 4-23421, A (キヤノン株式会社) 27. 1月. 1992 (27. 01. 92)<br>(ファミリーなし)  | 5, 11-23         |

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

04. 04. 00

国際調査報告の発送日

18.04.00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
 郵便番号100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

芝 哲央

2M

7810

電話番号 03-3581-1101 内線 6221

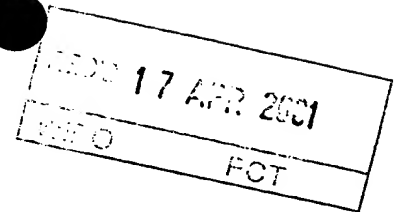
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



PCT

## 国際予備審査報告

(法第12条、法施行規則第56条)  
[PCT36条及びPCT規則70]



151

|   |   |                         |
|---|---|-------------------------|
| 出願人又は代理人<br>の書類記号 FNI99073                      | 今後の手続きについては、国際予備審査報告の送付通知（様式PCT/<br>IPEA/416）を参照すること。 |                         |
| 国際出願番号<br>PCT/JPO0/00182                        | 国際出願日<br>(日.月.年) 18.01.00                             | 優先日<br>(日.月.年) 18.01.99 |
| 国際特許分類 (IPC)<br>Int. Cl <sup>7</sup> H01L21/027 |   |                         |
| 出願人 (氏名又は名称)<br>株式会社ニコン                         |   |                         |

1. 国際予備審査機関が作成したこの国際予備審査報告を法施行規則第57条 (PCT36条) の規定に従い送付する。

2. この国際予備審査報告は、この表紙を含めて全部で 3 ページからなる。

☒ この国際予備審査報告には、附属書類、つまり補正されて、この報告の基礎とされた及び/又はこの国際予備審査機関に対してした訂正を含む明細書、請求の範囲及び/又は図面も添付されている。  
(PCT規則70.16及びPCT実施細則第607号参照)  
この附属書類は、全部で 8 ページである。

3. この国際予備審査報告は、次の内容を含む。

I ☒ 国際予備審査報告の基礎

II ☐ 優先権

III ☐ 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての国際予備審査報告の不作成

IV ☐ 発明の単一性の欠如

V ☒ PCT35条(2)に規定する新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての見解、それを裏付けるための文献及び説明

VI ☐ ある種の引用文献

VII ☐ 国際出願の不備

VIII ☐ 国際出願に対する意見

|  |                            |         |
|--|----------------------------|---------|
| 国際予備審査の請求書を受理した日<br>14.08.00                                     | 国際予備審査報告を作成した日<br>29.03.01 |         |
| 名称及びあて先<br>日本国特許庁 (IPEA/JP)<br>郵便番号100-8915<br>東京都千代田区霞が関三丁目4番3号 | 特許庁審査官 (権限のある職員)<br>芝 哲 央  | 2M 7810 |
| 電話番号 03-3581-1101 内線 6221  |                            |         |

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## I. 国際予備審査報告の基礎

1. この国際予備審査報告は下記の出願書類に基づいて作成された。(法第6条(PCT14条)の規定に基づく命令に  
 応答するために提出された差し替え用紙は、この報告書において「出願時」とし、本報告書には添付しない。  
 PCT規則70.16, 70.17)

☐ 出願時の国際出願書類

☒ 明細書 第 1-5, 7-8, 10-38 ページ、 出願時に提出されたもの  
 明細書 第 6-6/1, 9-9/1 ページ、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの  
 明細書 第 \_\_\_\_\_ ページ、 \_\_\_\_\_ 付の書簡と共に提出されたもの

☒ 請求の範囲 第 1-4, 6-10, 12-23 項、 出願時に提出されたもの  
 請求の範囲 第 \_\_\_\_\_ 項、 PCT19条の規定に基づき補正されたもの  
 請求の範囲 第 5, 11 項、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの  
 請求の範囲 第 \_\_\_\_\_ 項、 \_\_\_\_\_ 付の書簡と共に提出されたもの

☒ 図面 第 1-10 ~~ページ~~/図、 出願時に提出されたもの  
 図面 第 \_\_\_\_\_ ページ/図、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの  
 図面 第 \_\_\_\_\_ ページ/図、 \_\_\_\_\_ 付の書簡と共に提出されたもの

☐ 明細書の配列表の部分 第 \_\_\_\_\_ ページ、 出願時に提出されたもの  
 明細書の配列表の部分 第 \_\_\_\_\_ ページ、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの  
 明細書の配列表の部分 第 \_\_\_\_\_ ページ、 \_\_\_\_\_ 付の書簡と共に提出されたもの

2. 上記の出願書類の言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願の言語である。

上記の書類は、下記の言語である \_\_\_\_\_ 語である。

- ☐ 国際調査のために提出されたPCT規則23.1(b)にいう翻訳文の言語  
☐ PCT規則48.3(b)にいう国際公開の言語  
☐ 国際予備審査のために提出されたPCT規則55.2または55.3にいう翻訳文の言語

3. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際予備審査報告を行った。

- ☐ この国際出願に含まれる書面による配列表  
☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表  
☐ 出願後に、この国際予備審査(または調査)機関に提出された書面による配列表  
☐ 出願後に、この国際予備審査(または調査)機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表  
☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった  
☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記録した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

4. 補正により、下記の書類が削除された。

☐ 明細書 第 \_\_\_\_\_ ページ  
☐ 請求の範囲 第 \_\_\_\_\_ 項  
☐ 図面 図面の第 \_\_\_\_\_ ページ/図

5. ☐ この国際予備審査報告は、補充欄に示したように、補正が出願時における開示の範囲を越えてされたものと認められるので、その補正がされなかったものとして作成した。(PCT規則70.2(c) この補正を含む差し替え用紙は上記1.における判断の際に考慮しなければならず、本報告に添付する。)

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

V. 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての法第12条（PCT35条(2)）に定める見解、それを裏付ける文献及び説明

1. 見解

|                |       |      |   |
|----------------|-------|------|---|
| 新規性 (N)        | 請求の範囲 | 1-22 | 有 |
|                | 請求の範囲 | 23   | 無 |
| 進歩性 (IS)       | 請求の範囲 | 1-22 | 有 |
|                | 請求の範囲 |      | 無 |
| 産業上の利用可能性 (IA) | 請求の範囲 | 1-23 | 有 |
|                | 請求の範囲 |      | 無 |

2. 文献及び説明 (PCT規則70.7)

請求項23  
請求項23に係る発明は、従来の露光装置（国際調査で引用された文献を含む）を利用して製造されたデバイスと差異があるものとは認められない。

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

$P(X)$  が、標準偏差を  $\sigma$  として、

$$P(X) = 1 / \{(2\pi)^{1/2} \sigma\} \quad \dots (1)$$

となり、簡易に求めることができる。

また、本発明の第1のパターンマッチング方法では、前記新たな信号波形及び前記生起確率分布に基づいて、前記パラメータの値それぞれにおける信号波形の新たな期待値から成る新たな波形テンプレートと、前記パラメータの値それぞれにおける前記新たな期待値の生起確率情報から成る新たな確率テンプレートとを生成する第4工程とを更に含み、前記第4工程と前記第3工程とを順次繰り返して行うことにすることができる。かかる場合には、新たな信号波形が計測され、パターンマッチングが行われる毎に、該新たな信号波形を新たに加えて生成された波形テンプレート及び確率テンプレートにテンプレートが更新される。すなわち、新たな信号波形の計測毎に学習が行われ、学習結果がテンプレートに反映される。したがって、テンプレートの生成に使用された信号波形としては反映されていなかった形状の信号波形が新たに計測された場合には、次に同様の信号波形が計測された場合にはマッチング精度良くテンプレートマッチングを行うことができる。すなわち、マッチング精度の良いテンプレートを容易に生成することができる。

本発明は、第2の観点からすると、複数の計測された信号波形に基づいて生成された波形信号のテンプレートを登録テンプレートとして使用して、順次計測された信号波形とテンプレートマッチングするパターンマッチング方法であって、新たに計測された信号波形に対して、前記登録テンプレートを使用してテンプレートマッチングする第1工程と；前記新たな信号波形を更に加えた複数の信号波形に基づいて、前記信号波形の新たなテンプレートを生成し、かつ該生成された新たなテンプレートを前記登録テンプレートとして更新する第2工程と；を含み、前記第1工程と前記第2工程とを繰り返して行うことを特徴とする第2のパターンマッチング方法である。

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



これによれば、上記の新たな信号波形について学習する場合について説明し

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

マッチング装置であって、計測された複数の信号波形に基づいて、信号波形のテンプレートを生成し、かつ該生成したテンプレートを登録テンプレートとして登録するテンプレート生成装置と；前記登録テンプレートを使用して、新たな信号波形とのテンプレートマッチングを行うマッチング判定装置と；を備え、前記テンプレート生成装置は、前記複数の信号波形及び前記新たな信号波形に基づいて新たなテンプレートを生成し、かつ該生成した新たなテンプレートを前記登録テンプレートとして更新することを特徴とする第2のパターンマッチング装置である。

これによれば、上述した本発明の第2のパターンマッチング方法を使用してパターンマッチングを行うので、新たな形状の信号波形について、次に同様の信号波形が計測された場合にはマッチング精度良くテンプレートマッチングを行うことができる。

本発明は、第5の観点からすると、被検体に形成された特定マークの位置を検出する位置検出方法であって、前記被検体に形成され、前記特定マークとほぼ同一形状の複数のマークを計測する第1計測工程と；前記特定マークを計測する第2計測工程と；前記複数のマークそれぞれについて計測された信号波形を複数の信号波形とし、前記特定マークについて計測された信号波形を新たな信号波形とし、位置をパラメータとして、本発明のパターンマッチング方法によってパターンマッチングを行うパターンマッチング工程と；前記パターンマッチングの結果に基づいて、前記特定マークの位置情報を求める位置検出工程と；を含む位置検出方法である。

これによれば、計測された信号波形を使用して、本発明のパターンマッチング方法によって、波形テンプレート及び確率テンプレートを生成して、テンプレートマッチングをマッチング精度良く行う。そして、マッチング精度良く行われたテンプレートマッチングの結果に基づいて、位置検出対象である特定マークの位置情報を検出するので、位置検出を精度良く行うことができる。

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

本発明の位置検出方法では、前記特定マークが第1方向で周期的に変化する  
マークである場合に、前記パラメータを前記第1方向に関する位置として、特

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

4. 請求項1に記載のパターンマッチング方法において、

前記新たな信号波形及び前記生起確率分布に基づいて、前記パラメータの値それぞれにおける信号値の新たな期待値から成る新たな波形テンプレートと、前記パラメータの値それぞれにおける前記新たな期待値の生起確率情報から成る新たな確率テンプレートとを生成する第4工程とを更に含み、

前記第4工程と前記第3工程とが順次繰り返して行われることを特徴とするパターンマッチング方法。

5. (補正後) 複数の計測された信号波形に基づいて生成された波形信号のテンプレートを登録テンプレートとして使用して、順次計測された信号波形とテンプレートマッチングするパターンマッチング方法であって、

新たに計測された信号波形に対して、前記登録テンプレートを使用してテンプレートマッチングする第1工程と；

前記新たな信号波形を更に加えた複数の信号波形に基づいて、前記信号波形の新たなテンプレートを生成し、かつ該生成された新たなテンプレートを前記登録テンプレートとして更新する第2工程と；を含み、

前記第1工程と前記第2工程とを繰り返して行うことを特徴とするパターンマッチング方法。

6. 請求項5に記載のパターンマッチング方法において、

前記第2工程は、

前記複数の信号波形に基づいて、波形変化に関するパラメータの値それぞれにおける信号値の生起確率分布を推定する第3工程と；

前記生起確率分布に基づいて、前記パラメータの値それぞれにおける信号値の期待値から成る波形テンプレートと、前記パラメータの値それぞれにおける前記期待値の生起確率情報から成る確率テンプレートとを生成する第4工程と

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



；を含むことを特徴とするパターンマッチング方法。

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

徴とするパターンマッチング装置。

11. (補正後) テンプレートマッチングを行うパターンマッチング装置であって、

計測された複数の信号波形に基づいて、信号波形のテンプレートを生成し、かつ該生成したテンプレートを登録テンプレートとして登録するテンプレート生成装置と；

前記登録テンプレートを使用して、新たな信号波形とのテンプレートマッチングを行うマッチング判定装置と；を備え、

前記テンプレート生成装置は、前記複数の信号波形及び前記新たな信号波形に基づいて新たなテンプレートを生成し、かつ該生成した新たなテンプレートを前記登録テンプレートとして更新することを特徴とするパターンマッチング装置。

12. 被検体に形成された特定マークの位置を検出する位置検出方法であって、

前記被検体に形成され、前記特定マークとほぼ同一形状の複数のマークを計測する第1計測工程と；

前記特定マークを計測する第2計測工程と；

前記複数のマークそれぞれについて計測された信号波形を複数の信号波形とし、前記特定マークについて計測された信号波形を新たな信号波形とし、位置をパラメータとして、請求項1～8のいずれか一項に記載のパターンマッチング方法によってパターンマッチングを行うパターンマッチング工程と；

前記パターンマッチングの結果に基づいて、前記特定マークの位置情報を求める位置検出工程と；を含む位置検出方法。

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

13. 請求項12に記載の位置検出方法において、

前記特定マークは第1方向で周期的に変化し、前記パラメータは前記第1方向に関する位置であることを特徴とする位置検出方法。

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

|   |           |  |
|---|-----------|--|
| <b>(51) 国際特許分類7</b><br><b>H01L 21/027</b>   | <b>A1</b> | <b>(11) 国際公開番号</b><br><b>WO00/42640</b><br><br><b>(43) 国際公開日</b><br>2000年7月20日(20.07.00)   |
| <b>(21) 国際出願番号</b> PCT/JP00/00182<br><br><b>(22) 国際出願日</b> 2000年1月18日(18.01.00)<br><br><b>(30) 優先権データ</b><br>特願平11/8986 1999年1月18日(18.01.99) JP<br><br><b>(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について)</b><br>株式会社 ニコン(NIKON CORPORATION)[JP/JP]<br>〒100-8331 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 Tokyo, (JP)<br><b>(72) 発明者 ; および</b><br><b>(75) 発明者 / 出願人 (米国についてのみ)</b><br>吉田幸司(YOSHIDA, Kouji)[JP/JP]<br>〒100-8331 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号<br>株式会社 ニコン内 Tokyo, (JP)<br><b>(74) 代理人</b><br>立石篤司(TATEISHI, Atsuji)<br>〒194-0013 東京都町田市原町田5丁目4番20号<br>パセオビル5階 Tokyo, (JP)   |           | <b>(81) 指定国</b> AE, AL, AU, BA, BB, BG, BR, CA, CN, CR, CU, CZ, DM, EE, GD, GE, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KP, KR, LC, LK, LR, LT, LV, MA, MG, MK, MN, MX, NO, NZ, PL, RO, SG, SI, SK, TR, TT, UA, US, UZ, VN, YU, ZA, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), ARIPO特許 (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM)<br><br><b>添付公開書類</b><br>国際調査報告書 |
| <b>(54) Title: PATTERN MATCHING METHOD AND DEVICE, POSITION DETERMINING METHOD AND DEVICE, POSITION ALIGNING METHOD AND DEVICE, EXPOSING METHOD AND DEVICE, AND DEVICE AND ITS PRODUCTION METHOD</b><br><br><b>(54) 発明の名称</b> パターンマッチング方法及び装置、位置検出方法及び装置、位置合わせ方法及び装置、露光方法及び装置、並びにデバイス及びその製造方法<br><br><b>(57) Abstract</b><br>A template creating unit (32) creates a waveform template formed of expectations of a signal waveform of the value of each parameter and a probability template formed of information on occurrence probability of each expectation of the parameters on the basis of the signal waveform measured. A matching judging unit (33) performs template matching of another signal waveform measured while using the expectation occurrence probability information included in the probability template as weight information for each parameter value. Further the template creating unit (32) creates a waveform template and a probability template considering the measured another signal waveform and prepares for the next pattern matching. Thus template matching is performed with improved matching accuracy for waveform of a signal varying with the value of a parameter.<br><br><div style="text-align: right;">  </div> |           |  |

テンプレート生成装置（３２）が、計測された複数の信号波形に基づいて、パラメータの値それぞれにおける信号波形の期待値から成る波形テンプレートと、パラメータの値それぞれにおいて期待値が出現する生起確率情報から成る確率テンプレートとを生成する。そして、マッチング判定装置（３３）が、確率テンプレートにおける期待値の生起確率情報をパラメータの各値における重み情報としつつ、計測された新たな信号波形のテンプレートマッチングを行う。また、テンプレート生成装置（３２）が、計測された新たな信号波形を更に考慮した波形テンプレートと確率テンプレートとを生成し、次のパターンマッチングの準備を行う。こうして、パラメータの値の変化に応じて変化する信号の波形について、マッチング精度を向上したテンプレートマッチングを行う。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

|    |              |    |         |    |                |    |            |
|----|--------------|----|---------|----|----------------|----|------------|
| AE | アラブ首長国連邦     | DM | ドミニカ    | KZ | カザフスタン         | RU | ロシア        |
| AG | アンティグア・バーブーダ | DZ | アルジェリア  | LC | セントルシア         | SD | スーダン       |
| AL | アルバニア        | EE | エストニア   | LI | リヒテンシュタイン      | SE | スウェーデン     |
| AM | アルメニア        | ES | スペイン    | LK | スリ・ランカ         | SG | シンガポール     |
| AT | オーストリア       | FI | フィンランド  | LR | リベリア           | SI | スロヴェニア     |
| AU | オーストラリア      | FR | フランス    | LS | レソト            | SK | スロヴァキア     |
| AZ | アゼルバイジャン     | GA | ガボン     | LT | リトアニア          | SL | シエラ・レオネ    |
| BA | ボスニア・ヘルツェゴビナ | GB | 英国      | LU | ルクセンブルグ        | SN | セネガル       |
| BB | バルバドス        | GD | グレナダ    | LV | ラトヴィア          | SZ | スワジランド     |
| BE | ベルギー         | GE | グルジア    | MA | モロッコ           | TD | チャード       |
| BF | ブルキナ・ファソ     | GH | ガーナ     | MC | モナコ            | TG | トーゴ        |
| BG | ブルガリア        | GM | ガンビア    | MD | モルドヴァ          | TJ | タジキスタン     |
| BJ | ベナン          | GN | ギニア     | MG | マダガスカル         | TM | トルクメニスタン   |
| BR | ブラジル         | GR | ギリシャ    | MK | マケドニア旧ユーゴスラヴィア | TR | トルコ        |
| BY | ベラルーシ        | GW | ギニア・ビサウ |    | 共和国            | TT | トリニダード・トバゴ |
| CA | カナダ          | HR | クロアチア   | ML | マリ             | TZ | タンザニア      |
| CF | 中央アフリカ       | HU | ハンガリー   | MN | モンゴル           | UA | ウクライナ      |
| CG | コンゴ          | ID | インドネシア  | MR | モーリタニア         | UG | ウガンダ       |
| CH | スイス          | IE | アイルランド  | MW | マラウイ           | US | 米国         |
| CI | コートジボアール     | IL | イスラエル   | MX | メキシコ           | UZ | ウズベキスタン    |
| CM | カメルーン        | IN | インド     | MZ | モザンビーク         | VN | ヴェトナム      |
| CN | 中国           | IS | アイスランド  | NE | ニジェール          | YU | ユーゴスラヴィア   |
| CR | コスタ・リカ       | IT | イタリア    | NL | オランダ           | ZA | 南アフリカ共和国   |
| CU | キューバ         | JP | 日本      | NO | ノルウェー          | ZW | ジンバブエ      |
| CY | キプロス         | KE | ケニア     | NZ | ニュージーランド       |    |            |
| CZ | チェッコ         | KG | キルギスタン  | PL | ポーランド          |    |            |
| DE | ドイツ          | KP | 北朝鮮     | PT | ポルトガル          |    |            |
| DK | デンマーク        | KR | 韓国      | RO | ルーマニア          |    |            |



## 明 細 書

パターンマッチング方法及び装置、位置検出方法及び装置、位置合わせ方法及び装置、露光方法及び装置、並びにデバイス及びその製造方法

### 技術分野

本発明は、パターンマッチング方法及び装置、位置検出方法及び装置、位置合わせ方法及び装置、露光方法及び装置、並びにデバイス及びその製造方法に係る。さらに詳しくは、本発明は、実際に計測された信号波形から生成されたテンプレートを用いるパターンマッチング方法及びパターンマッチング装置、前記パターンマッチング方法によって新たな信号波形をパターンマッチングした結果に基づいて被検体の位置を検出する位置検出方法及び位置検出装置、前記位置検出方法による被検体の位置の検出結果に基づいて被検体の位置合わせを行う位置合わせ方法及び位置合わせ装置、前記位置合わせ方法を使用して基板の位置合わせを行いつつ基板にパターンを転写する露光方法及び露光装置、並びに前記露光方法を利用して製造されるデバイス及びその製造方法に関する。

### 背景技術

従来より、半導体素子、液晶表示素子等を製造するためのリソグラフィ工程では、マスク又はレチクル（以下、「レチクル」と総称する）に形成されたパターンを投影光学系を介してレジスト等が塗布されたウエハ又はガラスプレート等の基板（以下、適宜「基板又はウエハ」という）上に転写する露光装置が用いられている。こうした露光装置としては、いわゆるステッパ等の静止露光型の投影露光装置や、いわゆるスキャニング・ステッパ等の走査露光型の投影露光装置が主として用いられている。

かかる露光装置においては、露光に先立ってレチクルとウエハとの位置合わせ（アライメント）を高精度に行う必要がある。このアライメントを行うために、ウエハ上には以前のフォトリソグラフィ工程で形成（露光転写）された位置検出用マーク（アライメントマーク）が、各ショット領域に付設されており、このアライメントマークの位置を検出することで、ウエハ（又はウエハ上の回路パターン）の位置を検出することができる。そして、ウエハ（又はウエハ上の回路パターン）の位置の検出結果に基づいて、アライメントが行われる。

このため、アライメントの精度は、アライメントマークの位置検出精度によって決まることになる。したがって、アライメントを高精度に行うためには、アライメントマークの位置検出を高精度に行うことが必要となる。

ところで、ウエハ上のアライメントマークの位置検出にはいくつかの方法が実用化されているが、いずれの方法においても位置検出用の検出器によって得られたアライメントマークの検出結果信号の波形を解析して、ウエハ上のアライメントマークの位置を検出している。例えば、最近の主流となっている画像検出による位置検出では、アライメントマークの光学像を撮像装置によって撮像し、その撮像信号すなわちその像の光強度分布を解析してアライメントマーク位置を検出している。

かかる信号波形の解析の手法として、撮像されたアライメントマークの位置をパラメータとし、予め用意されたテンプレート波形との相関を調べるパターンマッチング（テンプレートマッチング）の手法が注目されている。このパターンマッチングの手法を使用して信号波形を解析し、最もテンプレート波形との相関が高いパラメータ値を求めることにより、アライメントマークの位置が検出される。

上記のパターンマッチングに使用されるテンプレート波形としては、アライメントマークの形状の設計値から求められる理論的な信号波形、又は、予め所定数のアライメントマークに関する実際の検出信号の波形を計測し、それらの信

号波形を平均して求められた平均値波形が使用されていた。

上述の理論的な信号波形をテンプレート波形としたときには、設計上のアライメントマークの形状と、実際のアライメントマークの形状との相違の態様によっては、アライメントマークの位置の検出結果に無視できない誤差が生じることになる。これに対して、上述の平均値波形をテンプレート波形としたときには、かかる誤差は回避できる。

ところで、平均値波形は、計測された複数の信号波形について、個々の位置座標における信号値（例えば、光強度を反映した電圧値）の平均値を求めることにより求められていた。しかし、実際に計測された複数の信号波形では、一般に、どの信号波形においても安定して平均値近傍の信号レベルであるような位置と、信号レベルにバラツキがある位置がある。このため、特に信号レベルのバラツキが非常に大きな位置がある場合には、バラツキの大きな位置を除いた位置についてのみを考慮したパターンマッチングを行った方が、全ての位置を考慮したパターンマッチングを行ったときよりも処理量が少ないにも拘わらず、正確な位置を検出することができる場合もある。

また、平均値波形をテンプレート波形とするにあたって予め計測する信号波形は有限個なので、テンプレート波形の生成にあたって反映されなかった信号波形が新たに計測された場合には、かかる信号波形については常にマッチング精度が悪くなってしまう。特に、新たに計測された信号波形が、テンプレート波形の生成に使用された信号波形の内挿では表現できない場合には、マッチング精度が低下することになる。かかる事態を回避するためには、予め非常に多くの信号波形を計測し、計測される可能性のある信号波形を網羅したテンプレート波形を生成することが必要となるので、テンプレートマッチングのための準備作業であるテンプレート生成に多大な時間を費やすことになってしまう。

本発明は、かかる事情のもとでなされたものであり、その第1の目的は、テンプレートの生成が容易でかつテンプレートマッチング精度を向上したテンプレ

レートマッチングを行うことが可能なパターンマッチング方法及びパターンマッチング装置を提供することにある。

また、本発明の第2の目的は、計測されたマークの位置検出を精度良く行うことが可能な位置検出方法及び位置検出装置を提供することにある。

また、本発明の第3の目的は、マークが形成された物体の位置合わせを精度良く行うことが可能な位置合わせ方法及び位置合わせ装置を提供することにある。

また、本発明の第4の目的は、所定のパターンを基板に精度良く転写することが可能な露光方法および露光装置を提供することにある。

また、本発明の第5の目的は、微細パターンが精度良く形成されたデバイス及びその製造方法を提供することにある。

#### 発明の開示

本発明は、第1の観点からすると、少なくとも1つのパラメータの値の変化に応じて値が変化する信号の波形について、テンプレートマッチングを行うパターンマッチング方法であって、計測された複数の信号波形に基づいて、前記パラメータの値それぞれにおける信号値の生起確率分布を推定する第1工程と；前記生起確率分布に基づいて、前記パラメータの値それぞれにおける信号値の期待値から成る波形テンプレートと、前記パラメータの値それぞれにおける前記期待値の生起確率情報から成る確率テンプレートとを生成する第2工程と；前記確率テンプレートにおける前記期待値の生起確率情報を前記パラメータの各値における重み情報としつつ、前記波形テンプレートに対して、計測された新たな信号波形と前記波形テンプレートとのテンプレートマッチングを行う第3工程と；を含む第1のパターンマッチング方法である。

これによれば、波形テンプレートを使用して新たな信号波形のテンプレートマッチングを行うにあたって、パラメータの各値における波形テンプレートの

値すなわちパラメータの各値における信号値の期待値の生起確率に応じて、テンプレートマッチングのための相関演算におけるパラメータの各値における重みを変化させる。すなわち、期待値の生起確率が高い場合には重みを大きくし、期待値の生起確率が低い場合には重みを小さくする。この結果、波形テンプレートの生成に使用された複数の実測された信号波形において、どの信号波形においても安定して期待値近傍の信号値であるようなパラメータの値では重みが大きくなり、また、信号レベルにバラツキがあるパラメータの値では重みが小さくなる。このため、波形テンプレートの生成に使用された複数の実測された信号波形に対応するパターン情報の全てを合理的に反映して、パターンマッチングを行うことができる。したがって、従来のテンプレートマッチング方法と比べて、マッチング精度を向上したテンプレートマッチングを行うことができる。

本発明の第1のパターンマッチング方法では、前記生起確率分布として正規分布を採用することができる。このように、生起確率分布を正規分布と推定することは、計測される信号波形のバラツキが正規分布に従うと考えられる場合に特に有効である。なお、生起確率分布が既知である場合には、その確率分布を使用すればよい。一方、生起確率分布が全く未知である場合には、最も一般的な確率分布である正規分布として生起確率分布を推定することが合理的であると考えられる。

また、本発明の第1のパターンマッチング方法では、前記期待値を前記パラメータの値それぞれにおいて計測された信号値の平均値とし、前記生起確率情報を前記期待値における前記生起確率分布の確率密度関数値に応じた値とすることができる。かかる場合には、テンプレート生成に使用される信号波形から、波形テンプレート及び確率テンプレートを容易に生成することができる。例えば、生起確率分布を正規分布とすると、パラメータの各値における期待値が生起確率の最も高い値となり、また、パラメータを $X$ としたときの生起確率情報

P (X) が、標準偏差を  $\sigma$  として、

$$P(X) = 1 / \{(2\pi)^{1/2} \sigma\} \quad \dots (1)$$

となり、簡易に求めることができる。

また、本発明の第1のパターンマッチング方法では、前記新たな信号波形及び前記生起確率分布に基づいて、前記パラメータの値それぞれにおける信号波形の新たな期待値から成る新たな波形テンプレートと、前記パラメータの値それぞれにおける前記新たな期待値の生起確率情報から成る新たな確率テンプレートとを生成する第4工程とを更に含み、前記第4工程と前記第3工程とを順次繰り返して行うことにすることができる。かかる場合には、新たな信号波形が計測され、パターンマッチングが行われる毎に、該新たな信号波形を新たに加えて生成された波形テンプレート及び確率テンプレートにテンプレートが更新される。すなわち、新たな信号波形の計測毎に学習が行われ、学習結果がテンプレートに反映される。したがって、テンプレートの生成に使用された信号波形としては反映されていなかった形状の信号波形が新たに計測された場合には、次に同様の信号波形が計測された場合にはマッチング精度良くテンプレートマッチングを行うことができる。すなわち、マッチング精度の良いテンプレートを容易に生成することができる。

本発明は、第2の観点からすると、複数の計測された信号波形に基づいて生成された波形信号のテンプレートを使用して、順次計測された信号波形とテンプレートマッチングするパターンマッチング方法であって、前記テンプレートを使用して、計測された新たな信号波形をテンプレートマッチングする第1工程と；前記新たな信号波形を更に加えた複数の信号波形に基づいて、前記信号波形の新たなテンプレートを生成する第2工程と；を含み、前記第1工程と前記第2工程とを繰り返して行うことを特徴とする第2のパターンマッチング方法である。

これによれば、上記の新たな信号波形について学習する場合について説明し

たのと同様に、テンプレートの生成に使用された信号波形としては反映されていなかった形状の信号波形が新たに計測された場合には、次に同様の信号波形が計測されたときにマッチング精度良くテンプレートマッチングを行うことができる。

本発明の第2のパターンマッチング方法では、前記第2工程が、前記複数の信号波形に基づいて、波形変化に関するパラメータの値それぞれにおける信号値の生起確率分布を推定する第3工程と；前記生起確率分布に基づいて、前記パラメータの値それぞれにおける信号値の期待値から成る波形テンプレートと、前記パラメータの値それぞれにおける前記期待値の生起確率情報から成る確率テンプレートとを生成する第4工程と；を含むことができる。

かかる場合には、求められた波形テンプレートを使用して、計測された新たな信号波形について第1工程においてテンプレートマッチングを行うにあたって確率テンプレートを参照することにより、パラメータの各値における波形テンプレートの値すなわちパラメータの各値における信号値の期待値の生起確率に応じた相関演算を行うことができるとともに、次に計測される信号波形に備えて、統計的に妥当な波形テンプレート及び確率テンプレートを準備することができる。このため、波形テンプレートの生成に使用された複数の実測された信号波形に対応するパターン情報の全てを統計の観点から見て合理的に反映しつつ、パターンマッチングを行うことができる。

ここで、本発明の第1のテンプレートマッチング方法と同様にして、前記生起確率分布を正規分布とすることができるし、また、前記期待値を前記パラメータの値それぞれにおいて計測された信号値の平均値とし、前記生起確率情報を、前記期待値における前記生起確率分布の確率密度関数値に応じた値とすることができる。

本発明は、第3の観点からすると、少なくとも1つのパラメータの値の変化に応じて変化する信号の波形について、テンプレートマッチングを行うパター

ンマッチング装置であって、計測された複数の信号波形から推定された、前記パラメータの値それぞれにおける信号値の期待値から成る波形テンプレートと、前記パラメータ値それぞれにおける前記期待値の生起確率情報から成る確率テンプレートとを生成するテンプレート生成装置と；前記確率テンプレートにおける前記期待値の生起確率情報を前記パラメータの各値における重み情報としつつ、前記波形テンプレートに対して、計測された新たな信号波形と前記波形テンプレートとのテンプレートマッチングを行うマッチング判定装置と；を備えるの第１のパターンマッチング装置である。

これによれば、テンプレート生成装置が、計測された複数の信号波形から推定されたパラメータの値それぞれにおける信号値の期待値から成る波形テンプレートと、パラメータ値それぞれにおける期待値の生起確率情報から成る確率テンプレートとを生成する。そして、マッチング判定装置が、テンプレート生成装置によって生成された波形テンプレートと確率テンプレートとを使用して、確率テンプレートにおける期待値の生起確率情報をパラメータの各値における重み情報としつつ、計測された新たな信号波形と前記波形テンプレートとのテンプレートマッチングを行う。すなわち、本発明のパターンマッチング装置は、本発明の第１のパターンマッチング方法を使用してパターンマッチングを行う。したがって、テンプレートマッチングにあたって、波形テンプレートの生成に使用された複数の実測された信号波形に対応するパターン情報が合理的に反映されるので、本発明のパターンマッチング装置は、マッチング精度を向上したテンプレートマッチングを行うことができる。

本発明の第１のパターンマッチング装置では、前記テンプレート生成装置が、前記新たな信号波形及び前記生起確率分布に基づいて、新たな波形テンプレート及び確率テンプレートを生成することに行うことができる。かかる場合には、上述した学習機能を更に加えたパターンマッチングを行うことができる。

本発明は、第４の観点からすると、テンプレートマッチングを行うパターン



マッチング装置であって、計測された複数の信号波形に基づいて、信号波形のテンプレートを生成するテンプレート生成装置と；前記テンプレートを使用して、新たな信号波形のテンプレートマッチングを行うマッチング判定装置と；を備え、前記テンプレート生成装置は、前記複数の信号波形及び前記新たな信号波形に基づいて新たなテンプレートを生成することを特徴とする第2のパターンマッチング装置である。

これによれば、上述した本発明の第2のパターンマッチング方法を使用してパターンマッチングを行うので、新たな形状の信号波形について、次に同様の信号波形が計測された場合にはマッチング精度良くテンプレートマッチングを行うことができる。

本発明は、第5の観点からすると、被検体に形成された特定マークの位置を検出する位置検出方法であって、前記被検体に形成され、前記特定マークとほぼ同一形状の複数のマークを計測する第1計測工程と；前記特定マークを計測する第2計測工程と；前記複数のマークそれぞれについて計測された信号波形を複数の信号波形とし、前記特定マークについて計測された信号波形を新たな信号波形とし、位置をパラメータとして、本発明のパターンマッチング方法によってパターンマッチングを行うパターンマッチング工程と；前記パターンマッチングの結果に基づいて、前記特定マークの位置情報を求める位置検出工程と；を含む位置検出方法である。

これによれば、計測された信号波形を使用して、本発明のパターンマッチング方法によって、波形テンプレート及び確率テンプレートを生成して、テンプレートマッチングをマッチング精度良く行う。そして、マッチング精度良く行われたテンプレートマッチングの結果に基づいて、位置検出対象である特定マークの位置情報を検出するので、位置検出を精度良く行うことができる。

本発明の位置検出方法では、前記特定マークが第1方向で周期的に変化するマークである場合に、前記パラメータを前記第1方向に関する位置として、特

定マークの第1方向に関する位置情報を検出することができる。また、本発明の位置検出方法では、前記特定マークが第1方向及び第1方向とは異なる第2方向で周期的に変化するマークである場合に、前記パラメータを前記第1方向及び前記第2方向で定義される平面における2次元位置として、特定マークの前記平面における2次元位置情報を検出することができる。

本発明は、第6の観点からすると、被検体に形成された特定マークの位置を検出する位置検出装置であって、前記特定マーク及び前記被検体に形成された前記特定マークとほぼ同一形状の複数のマークを計測する計測装置と；前記複数のマークそれぞれについて計測された信号波形を複数の信号波形とし、前記特定マークについて計測された信号波形を新たな信号波形とし、位置をパラメータとして、パターンマッチングを行う本発明のパターンマッチング装置と；前記パターンマッチングの結果に基づいて、前記特定マークの位置情報を求める処理装置と；を備える位置検出装置である。

これによれば、本発明の位置検出方法を使用して、マークの位置検出を行うので、マーク位置情報を精度良く検出することができる。

本発明の位置検出装置では、例えば、前記計測装置が前記被検体に形成されたマークを撮像する撮像装置を有する構成とし、前記信号波形を、前記撮像装置によって撮像されたマーク像における、位置に応じた光強度の変化とすることができる。

本発明は、第7の観点からすると、互いにほぼ同一形状の第1の数のマークが形成された被検体の位置合わせを行う位置合わせ方法であって、前記第1の数のマークから選択された第2の数のマークそれぞれを順次特定マークとして、本発明の位置検出方法によって、前記第2の数のマークの前記被検体上の位置情報を求めるマーク位置検出工程と；前記マーク位置検出工程において求められた前記第2の数のマークの位置情報に基づいて、前記被検体の位置合わせを行う位置合わせ工程；とを含む位置合わせ方法である。

これによれば、本発明の位置検出方法を使用して、被検体に形成された第 2 の数のマークの位置情報を高精度で検出し、その検出結果に基づいて被検体の位置合わせを行うので、被検体を精度良く位置合わせすることができる。

本発明は、第 8 の観点からすると、互いにほぼ同一形状の第 1 の数のマークが形成された被検体の位置合わせを行う位置合わせ装置であって、前記第 1 の数のマークから選択された第 2 の数のマークそれぞれを順次特定マークとして、前記第 2 の数のマークの位置情報を検出する本発明の位置検出装置と；前記位置検出装置によって求められた前記第 2 の数のマークの位置情報に基づいて、前記被検体の位置合わせを行う位置制御装置；とを備える位置合わせ装置である。

これによれば、本発明の位置検出装置を使用して、被検体に形成された第 2 の数のマークの位置情報を高精度で検出し、その検出結果に基づいて、位置制御装置が被検体の位置合わせを行うので、被検体を精度良く位置合わせすることができる。

本発明は、第 9 の観点からすると、マスクに形成されたパターンを基板上の区画領域に転写する露光方法であって、前記基板を被検体とし、前記基板上に形成され、互いにほぼ同一形状を有する第 1 の数の位置合わせマークから選択された第 2 の数の位置合わせマークそれぞれを順次特定マークとして、本発明の位置検出方法によって、前記第 2 の数の位置合わせマークの前記基板上の位置情報を求め、前記区画領域の前記基板上の位置を求める区画領域位置検出工程と；前記区画領域位置検出工程において求められた前記区画領域の前記基板上の位置情報に基づいて、前記基板の位置合わせを行いつつ、前記区画領域に前記パターンを転写する転写工程と；を含む露光方法である。

これによれば、本発明の位置検出方法を使用して、基板に形成された第 2 の数の位置合わせマークの位置情報を高精度で検出し、その検出結果に基づいて基板の位置合わせを行いつつ、区画領域にパターンを転写する。すなわち、本

発明の位置合わせ方法を使用して高精度に基板を位置合わせしつつ、区画領域にパターンを転写する。したがって、パターンを精度良く区画領域に転写することができる。

本発明の露光方法では、前記複数の区画領域が前記基板上にマトリクス状に配列されているとき、前記位置合わせマークを、前記マトリクスの行方向に関する位置合わせに使用され、互いにほぼ同一形状を有する第3の数の第1位置合わせマークと、前記マトリクスの列方向に関する位置合わせに使用され、互いにほぼ同一形状を有する第4の数の第2位置合わせマークとから構成し、前記区画領域位置検出工程では、前記第3の数の第1位置合わせマークから選択された第5の数の第1位置合わせマークそれぞれを順次特定マークとして、本発明の位置検出方法によって、前記第5の数の第1位置合わせマークの前記基板上における前記行方向に関する位置情報を求めるとともに、前記第4の数の第2位置合わせマークから選択された第6の数の第2位置合わせマークそれぞれを順次特定マークとして、本発明の位置検出方法によって、前記第6の数の第2位置合わせマークの前記基板上における前記列方向に関する位置情報を求め、前記第5の数の第1位置合わせマークの行方向位置情報と前記第6の数の第2位置合わせマークの列方向位置情報とを統計処理して、前記区画領域の前記基板上の位置を求めることにすることができる。かかる場合には、区画領域の基板上の2次元位置情報を精度良く検出でき、その検出結果にもとづいて、高精度に基板を位置合わせしつつ、各区画領域にパターンを転写するので、マトリクス状に配列された区画領域中の任意区画領域に精度良くパターンを転写することができる。

本発明は、第10の観点からすると、マスクに形成されたパターンを基板上の区画領域に転写する露光装置であって、前記基板を移動面に沿って移動させるステージ装置と；前記基板を被検体とし、前記基板上に形成され、互いにほぼ同一形状を有する第1の数の位置合わせマークから選択された第2の数の位

位置合わせマークそれぞれを順次特定マークとして、前記第 2 の数の位置合わせマークの位置情報を求める本発明の位置検出装置と；を備える露光装置である。

これによれば、本発明の位置検出装置によって、基板上に形成されたマークの位置情報を検出することにより、基板上の区画領域の位置情報を精度良く検出し、その検出結果に基づいて、ステージ装置によって基板の位置合わせを行いつつ、区画領域について第 2 層目以降に関する露光を行うことによって、所定のパターンが基板上に転写される。したがって、多層的なパターン形成にあたって行われる多層露光を、層間の重ね合わせ精度を向上して行うことができる。

なお、上記のステージ装置、位置検出装置、及び他の様々な部品や装置を機械的、光学的、及び電氣的に組み合わせて調整することにより、基板上の区画領域にパターンを転写する本発明の露光装置を製造することができる。

また、リソグラフィ工程において、本発明の露光装置を用いて露光を行うことにより、基板上に複数層の微細なパターンを重ね合せ精度良く形成することができ、これにより、より高集積度のマイクロデバイスを歩留まり良く製造することができ、その生産性を向上させることができる。したがって、本発明は、別の観点からすると、本発明の露光装置を用いて製造されたデバイスであり、また、本発明の露光方法を使用するデバイス製造方法であるとも言える。

#### 図面の簡単な説明

図 1 は、一実施形態の露光装置の概略構成を示す図である。

図 2 A 及び図 2 B は、位置合わせマークの例を説明するための図である。

図 3 A 及び図 3 B は、位置合わせマーク形成部の構成例と位置合わせマークの理想的な撮像結果を説明するための図である。

図 4 は、主制御系の概略構成を示す図である。

図 5 は、マークの位置検出動作を説明するためのフローチャートである。

図 6 A～図 6 C は、実際に計測された信号波形の形状を説明するための図である。

図 7 A 及び図 7 B は、初期波形テンプレートと初期確率テンプレートとを説明するための図である。

図 8 は、各位置における光強度の確率分布を説明するための図である。

図 9 は、テンプレートマッチングを説明するための図である。

図 10 は、図 1 に示された露光装置を用いたデバイス製造方法を説明するためのフローチャートである。

図 11 は、図 10 のウエハプロセスステップにおける処理のフローチャートである。

#### 発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の一実施形態を、図 1～図 11 を参照して説明する。

図 1 には、本発明の一実施形態に係る露光装置 100 の概略構成が示されている。この露光装置 100 は、ステップ・アンド・スキャン方式の投影露光装置である。この露光装置 100 は、照明系 10、マスクとしてのレチクル R を保持するレチクルステージ RST、投影光学系 PL、基板（被検体）としてのウエハ W が搭載されるステージ装置としてのウエハステージ WST、撮像装置としてのアライメント顕微鏡 AS、及び装置全体を統括制御する主制御系 20 等を備えている。

前記照明系 10 は、光源、オブティカルインテグレータであるフライアイレンズ等からなる照度均一化光学系、リレーレンズ、可変 ND フィルタ、レチクルブラインド、及びダイクロイックミラー等（いずれも不図示）を含んで構成されている。こうした照明系の構成は、例えば、特開平 10-112433 号公報に開示されている。ここで、光源ユニットとしては、KrF エキシマレー

ザ光源（発振波長 248 nm）、ArFエキシマレーザ光源（発振波長 193 nm）、若しくはF<sub>2</sub>レーザ光源（発振波長 157 nm）、Kr<sub>2</sub>（クリプトンダイマ）レーザ光源（発振波長 146 nm）、Ar<sub>2</sub>（アルゴンダイマ）レーザ光源（発振波長 126 nm）、銅蒸気レーザ光源やYAGレーザの高調波発生装置、又は超高圧水銀ランプ（g線、i線等）等が用いられる。なお、以上の光源ユニットから射出される光に代えて、X線や電子線等の荷電粒子線を用いる構成とすることも可能である。

このようにして構成された照明系10の作用を簡単に説明すると、光源ユニットで発光された照明光は、シャッタが開いていると照度均一化光学系に入射する。これにより、照度均一化光学系の射出端に多数の2次光源が形成され、この多数の2次光源から射出された照明光は、ビームスプリッタ及び集光レンズ系を介してレチクルブラインドに至る。そして、レチクルブラインドを通過した照明光は、結像レンズ系を介して射出される。この照明系10では、回路パターン等が描かれたレチクルR上のレチクルブラインドで規定されたスリット状の照明領域部分を照明光ILによりほぼ均一な照度で照明する。

前記レチクルステージRST上にはレチクルRが、例えば真空吸着により固定されている。レチクルステージRSTは、ここでは、磁気浮上型の2次元リニアアクチュエータから成る不図示のレチクルステージ駆動部によって、レチクルRの位置決めのため、照明系10の光軸（後述する投影光学系PLの光軸AXに一致）に垂直なXY平面内で微少駆動可能であるとともに、所定の走査方向（ここではY方向とする）に指定された走査速度で駆動可能となっている。さらに、本実施形態では上記磁気浮上型の2次元リニアアクチュエータはX駆動用コイル、Y駆動用コイルの他にZ駆動用コイルを含んでいるため、Z方向にも微小駆動可能となっている。

レチクルステージRSTのステージ移動面内の位置はレチクルレーザ干渉計（以下、「レチクル干渉計」という）16によって、移動鏡15を介して、例え

ば0.5～1nm程度の分解能で常時検出される。レチクル干涉計16からのレチクルステージRSTの位置情報はステージ制御系19に送られ、ステージ制御系19はレチクルステージRSTの位置情報に基づいてレチクルステージ駆動部（図示省略）を介してレチクルステージRSTを駆動する。

前記投影光学系PLは、レチクルステージRSTの図1における下方に配置され、その光軸AXの方向がZ軸方向とされている。投影光学系PLとしては、両側テレセントリックで所定の縮小倍率（例えば1/5、1/4、又は1/6）を有する屈折光学系が使用されている。このため、照明光学系からの照明光ILによってレチクルRの照明領域が照明されると、このレチクルRを通過した照明光ILにより、投影光学系PLを介してその照明領域内のレチクルRの回路パターンの縮小像（部分倒立像）が表面にレジスト（感光剤）が塗布されたウエハW上に形成される。

前記ウエハステージWSTは、投影光学系PLの図1における下方で、ベースBS上に配置され、このウエハステージWST上には、ウエハホルダ25が載置されている。このウエハホルダ25上にウエハWが例えば真空吸着等によって固定されている。ウエハホルダ25は不図示の駆動部により、投影光学系PLの光軸直交面に対し、任意方向に傾斜可能で、かつ投影光学系PLの光軸AX方向（Z方向）にも微動可能に構成されている。また、このウエハホルダ25は光軸AX回りの微小回転動作も可能になっている。

ウエハステージWSTは走査方向（Y方向）の移動のみならず、ウエハW上の複数のショット領域を前記照明領域と共役な露光領域に位置させることができるように、走査方向に垂直な方向（X方向）にも移動可能に構成されており、ウエハW上の各ショット領域を走査（スキャン）露光する動作と、次のショットの露光開始位置まで移動する動作とを繰り返すステップ・アンド・スキャン動作を行う。このウエハステージWSTはモータ等を含むウエハステージ駆動部24によりXY2次元方向に駆動される。



ウエハステージWSTのXY平面内での位置はウエハレーザ干渉計18によって、移動鏡17を介して、例えば0.5~1nm程度の分解能で常時検出されている。ウエハステージWSTの位置情報（又は速度情報）WPVはステージ制御系19に送られ、ステージ制御系19はこの位置情報（又は速度情報）WPVに基づいてウエハステージWSTを制御する。

前記アライメント顕微鏡ASは、投影光学系PLの側面に配置された、オフアクシス方式のアライメントセンサである。このアライメント顕微鏡ASは、ウエハW上の各ショット領域に付設されたアライメントマーク（ウエハマーク）の撮像結果を出力する。アライメントマークとしては、例えば、図2Aに示されるようなウエハW上におけるショット領域SAの周囲のストリートライン上に形成された、位置合わせマークとしてのX方向位置検出用のマークMXとY方向位置検出用のマークMYとが使用される。このため、実際には、X方向位置検出用及びY方向位置検出用に2つのアライメント顕微鏡が配置されているが、図1においては、1つのアライメント顕微鏡ASで、2つのアライメント顕微鏡が代表的に示されている。各マークMX、MYとしては、例えば、図2Bにおいて拡大されたマークMXで代表して示されるように、検出位置方向について周期構造を有するラインアンドスペースマークを使用することができる。アライメント顕微鏡ASは、その撮像結果である撮像データIMDを主制御系20へ向けて出力する（図1参照）。

ウエハWにおけるマークMXの形成領域は、図3AのXZ断面で示されるように、基層51の表面にライン部53とスペース部55とがX方向に交互に形成されており、ライン部53及びスペース部55の表面にレジスト層57が形成されている。レジスト層57の材質は、例えばポジ型レジスト材や化学増幅型レジストであり、高い光透過性を有している。また、基層51の材質とライン部53の材質とは互いに異なっており、一般に反射率や透過率が互いに異なっている。また、ライン部53の材質とスペース部55の材質とは互いに異な

っており、反射率や透過率が一般に異なる。

ここで、ライン部 5 3 の材質がアルミニウム等の反射率が高いものであり、基層 5 1 の材質がライン部 5 3 の材質ほどは反射率が高いものではなく、また、スペース部 5 5 の材質は、基層 5 1 の材質より更に反射率が低いものであるとする。そして、基層 5 1、ライン部 5 3、及びスペース部 5 5 の上面、並びにライン部 5 3 とスペース部 5 5 との境界面はほぼ平坦であるとする。このとき、上方から照明光を照射し、マーク M X の形成領域における反射光による像を上方で観察すると、その像における光強度 I の X 方向分布は、図 3 B に示されるものとなる。すなわち、観察像において、ライン部 5 3 の上面に対応する位置で光強度が最も大きく且つ一定であり、基層 5 1 上面に対応する位置で光強度が次に大きく且つ一定であり、そして、ライン部 5 3 の上面と基層 5 1 上面との間では、光強度が J 字（又は、し字）状に変化する。

前記主制御系 2 0 は、図 4 に示されるように、主制御装置 3 0 と記憶装置 4 0 とを備えている。主制御装置 3 0 は、ステージ制御系 1 9 にステージ制御データ S C D を供給する等して露光装置 1 0 0 の動作を制御する制御装置 3 9 と位置演算装置 3 6 とから構成されており、該位置演算装置 3 6 は、パターンマッチング装置 3 1 と、撮像データ収集装置 3 7 と、処理装置としてのマーク位置算出装置 3 8 とを備えている。そして、パターンマッチング装置 3 1 は、テンプレート生成装置 3 2 とマッチング判定装置 3 3 とを備えている。また、記憶装置 4 0 は、その内部に撮像データ格納領域 4 1 と、波形テンプレート格納領域 4 2 と、確率テンプレート格納領域 4 3 と、パターンマッチング結果格納領域 4 4 と、マーク位置格納領域 4 5 とを有している。前述のアライメント顕微鏡 A S と位置演算装置 3 6 とから位置検出装置が構成され、また、アライメント顕微鏡 A S と撮像データ収集装置 3 7 とから計測装置が構成されている。なお、図 4 においては、データの流が実線矢印で示され、制御の流れが点線矢印で示されている。主制御系 2 0 の各装置の作用は後述する。

なお、本実施形態では、主制御装置 30 を上記のように、装置を組み合わせで構成したが、主制御装置 30 を計算機システムとして構成し、主制御装置 30 を構成する上記の各装置の機能を主制御装置 30 に内蔵されたプログラムによって実現することも可能である。

図 1 に戻り、露光装置 100 には、投影光学系 PL の最良結像面に向けて複数のスリット像を形成するための結像光束を光軸 AX 方向に対して斜め方向より供給する照射光学系 13 と、その結像光束のウエハ W の表面での各反射光束をそれぞれスリットを介して受光する受光光学系 14 とから成る斜入射方式の多点フォーカス検出系が、投影光学系 PL を支える支持部（図示省略）に固定されている。

ステージ制御系 19 はこの多点フォーカス検出系（13、14）からのウエハ位置情報に基づいてウエハホルダ 25 を Z 方向及び傾斜方向に駆動する。この多点フォーカス位置検出系の詳細な構成等については、例えば特開平 6-283403 号公報及びこれに対応する米国特許第 5,448,332 号等の開示されている。本国際出願で指定した指定国又は選択した選択国の国内法令の許す限りにおいて、上記の公報及び米国特許における開示を援用して本明細書の記載の一部とする。

以上のように構成された露光装置 100 では、以下のようにしてウエハ W 上に形成された所定のマーク MX, MY のウエハ W 上における位置情報を検出する。なお、マーク MX, MY の位置情報検出の前提として、マーク MX, MY は、前層までのプロセス（例えば、第 1 層目のプロセス）で既にウエハ W 上に形成されているものとする。また、かかるウエハ W の表面上に所定の材質からなる膜が、例えば化学的気相成長法（CVD）等によって形成された後にレジスト剤が塗布されたウエハ W がウエハホルダ 25 に不図示のウエハロードによってロードされており、主制御系 20 によるステージ制御系 19 を介したウエハ W の移動により、アライメント顕微鏡 AS の観察視野内に各マーク MX, M

Yを入れることができるように、粗い精度の位置合わせ（プリアライメント）が既に行われているものとする。こうした、プリアライメントは、ウエハWの外形の観察や、広い視野でのマークMX, MYの観察結果及びウエハ干渉計18からの位置情報（又は速度情報）に基づいて、主制御系20（より詳しくは、制御装置39）によってステージ制御系19を介して行なわれる。

また、選択された所定数（以下、M個とする）のX位置検出用マーク $MX_i$ （ $i = 1 \sim M$ ）のウエハW上におけるX位置情報、及び選択された所定数（以下、N個とする）のY位置検出用マーク $MY_h$ （ $h = 1 \sim N$ ）のウエハW上におけるY位置情報を検出するものとする。また、ウエハW上におけるマークMX, MYの形成領域は、各境界面及びレジスト層57表面の平坦度を除いて、前述の図3Aと同様に構成されているものとする。

なお、以下では、マークMX, MYのウエハW上におけるX位置情報及びY位置情報を、ウエハWの移動を規定する静止座標系における位置（座標位置）として説明するが、これらのX位置情報及びY位置情報は静止座標系における座標位置に限られず、各マークMX, MY位置の設計値からのずれ量としてもよい。このずれ量の求め方としては、ウエハWを設計値（マークMX, MYをウエハWに露光したときに使用された位置情報）に基づき、ウエハWをアライメント顕微鏡ASの下に移動させた状態でマークMX, MYを観察し、アライメント顕微鏡ASの所定の観察基準からのマークMX, MY位置のずれ量を求める方法が考えられる。

次に、X位置検出用マーク $MX_i$ 及びY位置検出用マーク $MY_h$ の位置検出を、主に図5に示されるフローチャートに基づきながら、適宜他の図面を参照しつつ説明する。

選択されたM個のマーク $MX_i$ （ $i = 1 \sim M$ ）の位置検出にあたって、まず、図5のステップ201において、初期テンプレート（初期波形テンプレート及び初期確率テンプレート）生成用に、選択されたX位置検出用マーク $MX_i$ 以外

の複数個（本実施形態では３個）のマークＭＸをアライメント顕微鏡ＡＳＸによって撮像する。そして、制御装置３９からの指示に応じて、撮像データ収集装置３７が入力した撮像データＩＭＤを撮像データ格納領域４１に格納することにより、撮像データＩＭＤが収集される。

収集された撮像データＩＭＤは、撮像対象となったマークＭＸが理想的に形成されていれば、前述の図３Ｂの理想的な信号波形となるが、実際には、図３Ａにおいて各境界面及びレジスト層５７表面が理想的に平坦ではない等、マークＭＸが理想的に形成されているとは限らない。このため、例えば、現実に計測される信号波形は、図６Ａ～図６Ｃにおいて実線で示される様な波形となる。なお、図６Ａ～図６Ｃでは、図３Ｂに示された設計上の理想的な信号波形が点線で示されている。

以下、ステップ２０１において、図６Ａ～図６Ｃに示された３個の信号波形が計測されたものとして説明する。

次に、図５のステップ２０３において、制御装置３９からの指示に応じて、テンプレート生成装置３２が、初期波形テンプレート及び初期確率テンプレートを生成する。かかる初期波形テンプレート及び初期確率テンプレートの生成にあたって、テンプレート生成装置３２は、まず、計測された３個の信号波形の撮像データを格納領域４１から読み出す。

ところで、図６Ａ～図６Ｃに示された信号波形は、Ｘ軸空間において、実際に計測された３つの異なる信号波形がそれぞれ示されたものであるが、実際に計測された信号波形は、それぞれの形成位置が互いに異なるので、異なる条件下で計測される可能性もある。そのため、互いに対応する位置（図６Ａ～図６Ｃでは横軸位置（Ｘ位置））でそれぞれの信号波形を比較したり、合成したりするために、それぞれの信号波形におけるＸ位置の対応をとることが必要である。

そこで、テンプレート生成装置３２では、格納領域４１から読み出された撮像データに対応する各信号波形について、図３Ｂに示された設計上の信号波形

をテンプレートとして、最もマッチング度（照合度）が高い位置を各信号波形の元になった各マーク  $M_X$  の位置とする。この場合のテンプレートマッチングには、テンプレートの波形すなわち設計上の理想的な信号波形を  $WD(X)$  と各信号波形を  $WT_k(X)$  ( $k=1\sim 3$ ) との正規化相関演算を、各信号波形を  $WT_k(X)$  を  $X$  軸方向に移動させながら行う。

すなわち、正規化相関演算を行う  $X$  範囲を十分小さな  $XS$  以上かつ十分大きな  $XE (=XS + n \cdot \Delta X)$  ( $n$ : 定数、 $\Delta X$ : 撮像データにおける  $X$  方向の画素ピッチ) 以下とし、また、 $X$  位置パラメータを  $\delta X$  として、相関係数  $CT_k(\delta X)$  を、

$$CT_k(\delta X) = \sum_{j=0}^n \{WD(XS+j \cdot \Delta X) \cdot WT_k(XS+j \cdot \Delta X + \delta X)\} \quad \dots (2)$$

によって求める。そして、相関係数  $CT_k(\delta X)$  がそれぞれ最大となる値  $\delta X_k$  を求め、各信号波形  $WT_k(X)$  を  $X$  方向に値  $\delta X_k$  だけ平行移動させて、それぞれの信号波形  $WT_k(X)$  における  $X$  位置の対応をとる。すなわち、理想的な信号波形  $WD(X)$  を介して、信号波形  $WT_k(X)$  について互いに  $X$  位置の対応をとる。こうして、 $X$  位置について対応のとられた信号波形を、 $X$  位置について対応のとられる前の信号波形の表記と同様となるが、以後「 $WT_k(X)$ 」と表すことにする。

次に、テンプレート生成装置 32 が、信号波形  $WT_k(X)$  に基づいて、各  $X$  位置における光強度  $WT_k(X)$  の平均値  $\mu_0(X)$  を、

$$\mu_0(X) = \left( \sum_{k=1}^3 WT_k(X) \right) / 3 \quad \dots (3)$$

によって求め、求められた各  $X$  位置における平均値  $\mu_0(X)$  を波形テンプレート格納領域 42 に格納する。以後、各  $X$  位置における平均値  $\mu_0(X)$  の集合を初期波形テンプレート  $\mu_0(X)$  という。引き続き、テンプレート生成装置 32 が、信号波形  $WT_k(X)$  及び平均値  $\mu_0(X)$  に基づいて、各  $X$  位置における

光強度  $WT_k(X)$  の標準偏差  $\sigma_0(X)$  を、

$$\sigma_0(X) = \left[ \left\{ \sum_{k=1}^3 (WT_k(X) - \mu_0(X))^2 \right\} / 3 \right]^{1/2} \quad \dots (4)$$

によって求め、求められた各  $X$  位置における標準偏差  $\sigma_0(X)$  を確率テンプレート格納領域 43 に格納する。以後、各  $X$  位置における標準偏差  $\sigma_0(X)$  の集合を初期確率テンプレート  $\sigma_0(X)$  という。以上のようにして得られた初期波形テンプレート  $\mu_0(X)$  が図 7A に示され、また、初期確率テンプレート  $\sigma_0(X)$  が図 7B に示されている。

ところで、図 6A～図 6C から、各信号波形  $WT_k(X)$  では、光強度  $I$  が最小値又はこれと近い値となる波形の谷部（例えば、 $X$  位置が  $X_2$  付近）における光強度の計測値のバラツキは小さいが、光強度  $I$  が最大値又はこれと近い値となる波形の第 1 の山部（例えば、 $X$  位置が  $X_1$  付近）における光強度の計測値のバラツキは、前記の谷部よりも大きくなっている。そして、光強度  $I$  が最大値と大きく異なった極大値となる波形の第 2 の山部（例えば、 $X$  位置が  $X_3$  付近）における光強度の計測値のバラツキは、前記の第 1 山部よりも更に大きくなっている。そこで、 $X$  位置  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$  における光強度の分布が正規分布に従うと考えると、図 8 に示されるように、 $X$  位置が  $X_2$  では、平均値が  $\mu_0(X_2)$  であり、その平均値  $\mu_0(X_2)$  の生起確率が  $P(X_2)$  である鋭い形状の確率密度関数  $FT_0(I, X_2)$  となり、また、 $X$  位置が  $X_1$  では、平均値が  $\mu_0(X_1)$  であり、その平均値  $\mu_0(X_1)$  の生起確率が  $P(X_1) (< P(X_2))$  である、確率密度関数  $FT_0(I, X_2)$  よりもなだらかな形状の確率密度関数  $FT_0(I, X_1)$  となる。そして、 $X$  位置が  $X_3$  では、平均値が  $\mu_0(X_3)$  であり、その平均値  $\mu_0(X_3)$  の生起確率が  $P(X_3) (< P(X_1))$  である、確率密度関数  $FT_0(I, X_1)$  よりも更になだらかな形状の確率密度関数  $FT_0(I, X_3)$  となる。

以上で  $X$  位置  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$  について概観した確率密度関数を各  $X$  位置について数式で表現すると、

$$FT_0(I(X)) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma_0(X)} \exp \left[ -\frac{(I(X) - \mu_0(X))^2}{2\sigma_0(X)^2} \right] \quad \dots (5)$$

と表される。そして、各X位置において、計測される光強度の期待値が平均値  $\mu_0(X)$  となり、その平均値  $\mu_0(X)$  の生起確率が  $\{(2\pi)^{1/2} \cdot \sigma_0(X)\}^{-1}$  となる。したがって、波形テンプレート  $\mu_0$  は、各X位置において計測される光強度の期待値の集合として構築され、また、確率テンプレート  $\sigma_0(X)$  は、各X位置において計測される光強度の期待値の生起確率を反映した値の集合となっている。

以上のようにして、初期波形テンプレート  $\mu_0(X)$  及び初期確率テンプレート  $\sigma_0(X)$  が生成される。

次いで、図5のステップ205において、位置決め用を選択された前述のマーク  $MX_i$  ( $i=1 \sim M$ ) の内の第1のマーク  $MX_1$  がアライメント顕微鏡ASXの撮像視野に入る位置にウエハWを移動させる。かかるウエハWの移動は、制御装置39が、プリアライメント結果に基づいて、ステージ制御系19を介してウエハ駆動装置24を制御し、ウエハステージWSTを移動させることにより行われる。

引き続き、ステップ207において、マーク  $MX_1$  が撮像され、撮像結果である撮像データIMDが収集される。かかる撮像及び収集は、前述のステップ201と同様に、マーク  $MX_1$  をアライメント顕微鏡ASXによって撮像するとともに、制御装置39からの指示に応じて、撮像データ収集装置37が入力した撮像データIMDを撮像データ格納領域41に格納することにより行われる。

次に、ステップ209において、制御装置39からの指示に応じて、マッチング判定装置33が、テンプレートマッチングを行う。このテンプレートマッチングの実行にあたって、マッチング判定装置33は、まず、撮像データ格納領域41からマーク  $MX_1$  に関する撮像データを読み出すとともに、波形テンプレート格納領域42及び確率テンプレート格納領域43それぞれから、波形テ



ンプレート  $\mu_0(X)$  及び確率テンプレート  $\sigma_0(X)$  を読み出す。

引き続き、マッチング判定装置 33 は、波形テンプレート  $\mu_0(X)$  及び確率テンプレート  $\sigma_0(X)$  を使用して、マーク  $M X_1$  に関する撮像データに対応する信号波形  $W P(X)$  に関する相関係数  $C R_1(\delta X)$  を、

$$C R_1(\delta X) = \sum_{j=0}^n \left\{ \left( \frac{1}{\sigma_0(XS+j \cdot \Delta X)} \right) \cdot \mu_0(XS+j \cdot \Delta X) \cdot W P_1(XS+j \cdot \Delta X + \delta X) \right\} \dots (6)$$

によって、 $X$  位置パラメータ  $\delta X$  を変化させながら、各  $X$  位置パラメータ値毎に求める。(6) 式から分かるように、マーク  $M X_1$  に関する相関係数  $C R_1(\delta X)$  の算出では、各  $X$  位置における波形テンプレート  $\mu_0(X)$  の値すなわち各  $X$  位置における信号波形の期待値の生起確率の推定値に比例する値 ( $1 / \sigma_0(X)$ ) を各  $X$  位置における重みとして、相関係数  $C R_1(\delta X)$  を算出している。すなわち、期待値  $\mu_0(X)$  の生起確率が高い場合には重みを大きくし、期待値  $\mu_0(X)$  の生起確率が低い場合には重みを小さくして、相関係数  $C R_1(\delta X)$  を算出している。この結果、波形テンプレート  $\mu_0(X)$  の生成に使用された複数の信号波形  $W T_k(X)$  において、どの信号波形においても安定して期待値近傍の光強度であるような  $X$  位置 (例えば、図 6 における  $X$  位置  $X_2$ ) では重みが大きくなり、また、計測された光強度にバラツキがある  $X$  位置 (例えば、図 6 における  $X$  位置  $X_3$ ) では重みが小さくなる。このため、波形テンプレート  $\mu_0(X)$  の生成に使用された複数の信号波形  $W T_k(X)$  に対応するパターン情報の全てを合理的に反映した相関係数  $C R_1(\delta X)$  が、(6) 式によって得られるようになっている。

この結果、マーク  $M X_1$  の信号波形が、図 9 A 及び図 9 B において実線で示される様なものであったとき、(2) 式で求められる相関係数によりマッチング度が最大であると判断される場合が、図 9 A において破線で示されるような波形テンプレート  $\mu_0(X)$  との関係となる場合であっても、(6) 式で求められる

相関係数によりマッチング度が最大であると判断される場合が、図 9 B において示されるような波形テンプレート  $\mu_0(X)$  との関係となる。すなわち、波形テンプレート  $\mu_0(X)$  の生成に使用された信号波形  $WT_k(X)$  において、どの信号波形においても安定して期待値近傍の光強度であるような  $X$  位置が重視されたマッチング度によって、マッチング度の判定が行われる。

そして、マッチング判定装置 33 は、相関係数  $CR_1(\delta X)$  が最大となる  $X$  位置パラメータ値  $\delta X_{MAX1}$  を求め、パターンマッチング結果格納領域 44 に格納する。こうして、マーク  $MX_1$  に関する信号波形のテンプレートマッチングが終了する。

次いで、図 5 のステップ 211 において、制御装置 39 からの指示に応じて、テンプレート生成装置 32 が、波形テンプレート及び確率テンプレートを更新する。かかる更新にあたって、テンプレート生成装置 32 は、まず、マーク  $MX_1$  の撮像データ、初期波形テンプレート  $\mu_0(X)$ 、及びパターンマッチング結果  $\delta X_{MAX1}$  を、撮像データ格納領域 41、波形テンプレート格納領域 42、及びパターンマッチング結果格納領域 44 から読み出す。

引き続き、テンプレート生成装置 32 は、読み出した撮像データに対応するマーク  $MX_1$  の信号波形  $WP_1(X)$ 、初期波形テンプレート  $\mu_0(X)$ 、及びパターンマッチング結果  $\delta X_{MAX1}$  に基づいて、新たな波形テンプレート  $\mu_1(X)$  を、

$$\mu_1(X) = \{3\mu_0(X) + WP_1(X + \delta X_{MAX1})\} / (3 + 1) \quad \dots (7)$$

によって算出する。そして、テンプレート生成装置 32 は、算出された新たな波形テンプレート  $\mu_1(X)$  を、波形テンプレート格納領域 42 に格納する。

次いで、テンプレート生成装置 32 は、確率テンプレート格納領域 43 から初期確率テンプレート  $\sigma_0(X)$  を読み出し、信号波形  $WP_1(X)$ 、初期波形テンプレート  $\mu_0(X)$ 、新たな波形テンプレート  $\mu_1(X)$ 、初期確率テンプレート  $\sigma_0(X)$ 、及びパターンマッチング結果  $\delta X_{MAX1}$  に基づいて、新たな確率テ

ンプレート  $\sigma_1(X)$  を、

$$\sigma_1(X) = [ \{ 3\sigma_0(X)^2 + 4(\mu_1(X) - \mu_0(X))^2 + (WP_1(X + \delta_{MAX1}) - \mu_1(X))^2 \} / 4 ]^{1/2} \quad \dots (8)$$

によって算出する。そして、テンプレート生成装置 32 は、算出された新たな確率テンプレート  $\sigma_1(X)$  を、確率テンプレート格納領域 43 に格納する。

すなわち、テンプレート生成装置 32 は、初期波形テンプレート  $\mu_0(X)$  及び初期確率テンプレート  $\sigma_0(X)$  の生成に使用された 3 個の信号波形  $WT_k(X)$  ( $k = 1 \sim 3$ ) に新たな信号波形  $WP_1(X)$  を加えた 4 個の信号波形に基づいて、新たな波形テンプレート  $\mu_1(X)$  及び新たな確率テンプレート  $\sigma_1(X)$  を生成し、波形テンプレート及び確率テンプレートを初期波形テンプレート  $\mu_0(X)$  及び初期確率テンプレート  $\sigma_0(X)$  から新たな波形テンプレート  $\mu_1(X)$  及び新たな確率テンプレート  $\sigma_1(X)$  に更新する。この結果、信号波形  $WP_1(X)$  が、信号波形  $WT_k(X)$  のいずれとも異なる傾向の信号波形の場合には、信号波形  $WP_1(X)$  の傾向が反映された波形テンプレート  $\mu_1(X)$  及び確率テンプレート  $\sigma_1(X)$  を得ることができ、初期波形テンプレート  $\mu_0(X)$  及び初期確率テンプレート  $\sigma_0(X)$  よりも実際の確率分布を反映した波形テンプレート  $\mu_1(X)$  及び確率テンプレート  $\sigma_1(X)$  を得ることができる。また、信号波形  $WP_1(X)$  が、信号波形  $WT_k(X)$  のいずれかの信号波形と同様の場合にも、初期波形テンプレート  $\mu_0(X)$  及び初期確率テンプレート  $\sigma_0(X)$  よりも実際の確率分布に近い波形テンプレート及び確率テンプレートを得ることができる。

次に、ステップ 213 において、制御装置 39 からの指示に応じて、マーク位置算出装置 38 が、マーク  $MX_1$  の位置を算出する。この位置算出において、マーク位置算出装置 38 は、まず、ウエハ干渉計 18 からステージ制御系 19 を介して供給された、マーク  $MX_1$  の撮像時におけるウエハ W の位置情報（速度情報） $WPV$  を取り込むとともに、パターンマッチング結果格納領域 44 から

テンプレートマッチング結果  $\delta X_{MAX1}$  を読み出す。そして、位置情報（速度情報） $WPV$  から抽出されるウエハ $W$ の $X$ 位置とテンプレートマッチング結果  $\delta X_{MAX1}$  とに基づいて、マーク位置算出装置 38 は、ウエハ $W$ 上におけるマーク  $MX_1$  の $X$ 位置  $PX_1$  を求め、マーク位置格納領域 45 に格納する。こうして、ウエハ $W$ 上におけるマーク  $MX_1$  の $X$ 位置  $PX_1$  が終了する。

次に、ステップ 215 において、選択された $M$ 個のマーク  $MX_i$  の全ての $X$ 位置検出が完了したか否かが判定される。以上では、1 個のマーク  $MX_1$  のみについて $X$ 位置が検出されたただけなので、ステップ 215 における判定は否定的なものとなり、ステップ 217 に処理が移行する。

ステップ 217 では、制御装置 39 が、次のマークすなわち第 2 のマーク  $MX_2$  がアライメント顕微鏡  $AS$  の撮像視野に入る位置にウエハ $W$ を移動させる。かかるウエハ $W$ の移動は、制御装置 39 が、プリアライメント結果に基づいて、ステージ制御系 19 を介してウエハ駆動装置 24 を制御し、ウエハステージ  $WST$  を移動させることにより行われる。

以後、ステップ 215 において、選択された $M$ 個のマーク  $MX_i$  の全ての $X$ 位置検出が完了したと判定されるまで、マーク  $MX_i$  ( $i = 2 \sim M$ ) の $X$ 位置が、前回の位置検出にあたって更新された波形テンプレート  $\mu_{i-1}(X)$  及び確率テンプレート  $\sigma_{i-1}(X)$  を使用して、マーク  $MX_i$  の場合と同様に検出される。なお、マーク  $MX_i$  の $X$ 位置検出の際にステップ 211 で行われる新たな波形テンプレート  $\mu_i(X)$  及び確率テンプレート  $\sigma_i(X)$  の生成は、

$$\mu_i(X) = \{(2+i) \cdot \mu_{i-1} + WP_i(X + \delta X_{MAXi})\} / (3+i) \quad \dots (9)$$

$$\sigma_i(X) = [ \{(2+i) \cdot \sigma_{i-1}(X)^2 + (3+i) \cdot (\mu_i(X) - \mu_{i-1}(X))^2 + (WP_i(X + \delta X_{MAXi}) - \mu_i(X))^2 \} / (3+i) ]^{1/2} \quad \dots (10)$$

を算出することによって行われる。

こうして、選択された $M$ 個のマーク  $MX_i$  ( $i = 1 \sim M$ ) の全ての $X$ 位置検出が完了し、そのことがステップ 215 において判定されると、 $X$ 位置検出用マ

ーク  $MX$  に関する位置検出が終了する。

次に、 $Y$  位置検出用マーク  $MY_h$  ( $h = 1 \sim N$ ) のウエハ  $W$  上における  $Y$  位置の検出が、上述の  $X$  位置検出用マーク  $MX_i$  ( $i = 1 \sim M$ ) のウエハ  $W$  上における  $X$  位置の検出と同様にして行われる。こうして、マーク位置格納領域 45 に、マーク  $MX_i$  の  $X$  位置  $PX_i$  及びマーク  $MY_h$  の  $Y$  位置  $PY_h$  が格納される。こうして、選択されたマーク  $MX_i$ ,  $MY_h$  の位置検出が終了する。

引き続き、制御装置 39 が、 $X$  位置  $PX_i$  及び  $Y$  位置  $PY_h$  をマーク位置格納領域 45 から読み出す。そして、 $X$  位置  $PX_i$  及び  $Y$  位置  $PY_h$  に基づいて、例えば、特開昭 61-44429 号公報及びこれに対応する米国特許第 4,780,617 号や、特開平 2-54103 号公報及びこれに対応する米国特許第 4,962,318 号に開示された技術のようにして、統計処理を行って、ウエハ  $W$  上のショット領域  $SA$  の配列座標を算出する。本国際出願で指定した指定国又は選択した選択国の国内法令の許す限りにおいて、上記の公報及び米国特許における開示を援用して本明細書の記載の一部とする。

そして、制御装置 39 の制御の下で、求められたショット領域配列に基づいて、レチクル  $R$  におけるスリット状の照明領域（中心は光軸  $AX$  とほぼ一致）を照明光  $IL$  により照明した状態で、ウエハ  $W$  とレチクル  $R$  とを走査方向（ $Y$  方向）に沿って互いに逆向きに、投影倍率に応じた速度比で同期移動させる。これにより、レチクル  $R$  のパターン領域のパターンがウエハ  $W$  上のショット領域上に縮小転写される。

以上のように、本実施形態の露光装置 100 では、波形テンプレート及び確率テンプレートを使用し、パターンマッチング（正準正規化相関）のときに、正準化された重みの積和で計算することにより、各位置の情報の位置検出有意性を考慮した相関サーチを行うので、位置合わせマーク  $MX$ ,  $MY$  のウエハ  $W$  における位置を精度良く検出することができる。

また、位置合わせマーク  $MX$ ,  $MY$  の位置検出にあたって、撮像データに関

するエッジ検出、2値化、ピーク検出等が不要になり、ノイズロバスト性が高く、精度の良い位置検出が可能になる。

また、マークの位置検出毎に、波形テンプレート及び確率テンプレートを、そのマークに関するパターンマッチングに使用した波形テンプレート及び確率テンプレートから、そのマークに関する信号波形を更に加えて生成した波形テンプレート及び確率テンプレートに更新するので、マッチング精度の良いパターンマッチングを行うことが可能になる。

また、精度良く検出された位置合わせマークMX，MYの位置に基づいて、ウエハWの位置合わせを行うので、精度の良い位置合わせが可能となる。

また、精度良くウエハWを位置合わせしつつ露光を行うので、レチクルRのパターン領域のパターンがウエハW上のショット領域上に精度良く転写することが可能となる。

以上説明した、上記の実施形態の露光装置は、本願の請求の範囲に挙げられた各構成要素を含む各種サブシステムを、所定の機械的精度、電気的精度、光学的精度を保つように、組み立てることで製造される。これら各種精度を確保するために、この組み立ての前後には、各種光学系については光学的精度を達成するための調整、各種機械系については機械的精度を達成するための調整、各種電気系については電気的精度を達成するための調整が行われる。各種サブシステムから露光装置への組み立て工程は、各種サブシステム相互の、機械的接続、電気回路の配線接続、気圧回路の配管接続等が含まれる。この各種サブシステムから露光装置への組み立て工程の前に、各サブシステム個々の組み立て工程があることは言うまでもない。各種サブシステムの露光装置への組み立て工程が終了したら、総合調整が行われ、露光装置全体としての各種精度が確保される。なお、露光装置の製造は温度およびクリーン度等が管理されたクリーンルームで行うことが望ましい。

次に、本実施形態の露光装置及び方法を使用したデバイスの製造について説

明する。

図10には、施形態におけるデバイス（ICやLSI等の半導体チップ、液晶パネル、CCD、薄膜磁気ヘッド、マイクロマシン等）の生産のフローチャートが示されている。図10に示されるように、まず、ステップ301（設計ステップ）において、デバイスの機能設計（例えば、半導体デバイスの回路設計等）を行い、その機能を実現するためのパターン設計を行う。引き続き、ステップ302（マスク製作ステップ）において、設計した回路パターンを形成したマスクを製作する。一方、ステップ303（ウエハ製造ステップ）において、シリコン等の材料を用いてウエハを製造する。

次に、ステップ304（ウエハプロセスステップ）において、ステップ301～ステップ303で用意したマスクとウエハを使用して、後述するように、リソグラフィ技術によってウエハ上に実際の回路等を形成する。次いで、ステップ305（組立ステップ）において、ステップ304において処理されたウエハを用いてチップ化する。このステップ305には、アッセンブリ工程（ダイシング、ボンディング）パッケージング工程（チップ封入）等の工程が含まれる。

最後に、ステップ306（検査ステップ）において、ステップ305で作製されたデバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行う。こうした工程を経た後にデバイスが完成し、これが出荷される。

図11には、半導体デバイスの場合における、上記ステップ304の詳細なフロー例が示されている。図11に示されるように、ステップ311（酸化ステップ）においてはウエハの表面を酸化させる。ステップ312（CVDステップ）においてはウエハ表面に絶縁膜を形成する。ステップ313（電極形成ステップ）においてはウエハ上に電極を蒸着によって形成する。ステップ314（イオン打込みステップ）においてはウエハにイオンを打ち込む。以上のステップ311～ステップ314それぞれは、ウエハプロセスの各段階の前工程

を構成しており、各段階において必要な処理に応じて選択されて実行される。

ウエハプロセスの各段階において、前工程が終了すると、以下のようにして後工程が実行される。この後工程では、まず、ステップ 3 1 5（レジスト処理ステップ）において、ウエハに感光剤を塗布し、引き続き、ステップ 3 1 6（露光ステップ）において、上記で説明した露光装置によってマスクの回路パターンを、上述した手法を用いて位置決め及びアライメントされたウエハ上に焼付露光する。次に、ステップ 3 1 7（現像ステップ）においては露光されたウエハを現像し、引き続き、ステップ 3 1 8（エッチングステップ）において、レジストが残存している部分以外の部分の露出部材をエッチングにより取り去る。そして、ステップ 3 1 9（レジスト除去ステップ）において、エッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。

これらの前工程と後工程とを繰り返し行うことによって、ウエハ上に多重に回路パターンが形成される。

以上のようにして、精度良く微細なパターンが形成されたデバイスが、高い量産性で製造される。

なお、上記の実施形態では、初期波形テンプレート及び初期確率テンプレートの生成のために、予め 3 個の信号波形を計測したが、複数であれば、2 個の信号波形でもよいし、また、4 個以上の信号波形でもよい。

また、上記の実施形態では、位置検出用マークとして 1 次元マークであるラインアンドスペースマークを使用し、各マークの 1 次元位置を検出したが、他の種類のマークを使用してもよい。例えば、ボックスインボックスマーク等の 2 次元マークを使用して、各マークの 2 次元位置を検出してもよい。こうした 2 次元マークの 2 次元位置の検出にあたっては、上述の 1 次元位置検出を 2 回組み合わせて行うことも可能であるし、2 次元マークの 2 次元信号波形について、上記の実施形態における 1 次元信号に関する 1 次元テンプレートマッチングを 2 次元に拡張した 2 次元テンプレートマッチングを行うことも可能である。



また、ショット配列座標を求める代わりに、ウエハの各露光領域へ移動するためのステップピッチ量を求めるようにし、求められたステップピッチ量で順次露光領域を転移させるようにすることも可能である。

また、上記の実施形態ではオプティカルインテグレータ（ホモジナイザ）としてフライアイレンズを用いるものとしたが、その代わりにロッド・インテグレータを用いるようにしても良い。ロッド・インテグレータを用いる照明光学系では、ロッド・インテグレータはその射出面がレチクルRのパターン面とほぼ共役になるように配置される。なお、ロッド・インテグレータを用いる照明光学系は、例えば米国特許第5 6 7 5 4 0 1号に開示されており、本国際出願で指定した指定国又は選択した選択国の国内法令が許す限りにおいて、その米国特許の開示を援用して本明細書の記載の一部とする。また、フライアイレンズとロッド・インテグレータとを組み合わせる、あるいは2つのフライアイレンズ又はロッド・インテグレータを直列に配置してダブルオプティカルインテグレータとしても良い。

また、上記の実施形態では、本発明がステップ・アンド・スキャン方式の走査型露光装置に適用された場合について説明したが、本発明の適用範囲がこれに限定されることはなく、ステッパ等の静止露光型露光装置にも好適に適用できるものである。

また、例えば、紫外光を用いる露光装置であっても、投影光学系として反射光学素子のみからなる反射系、又は反射光学素子と屈折光学素子とを有する反射屈折系（カタディオプトリック系）を採用しても良い。ここで、反射屈折型の投影光学系としては、例えば特開平8-171054号公報及びこれに対応する米国特許第5, 668, 672号、並びに特開平10-20195号公報及びこれに対応する米国特許第5, 835, 275号などに開示される、反射光学素子としてビームスプリッタと凹面鏡とを有する反射屈折系、又は特開平8-334695号公報及びこれに対応する米国特許第5, 689, 377

号、並びに特開平 10-3039 号公報及びこれに対応する米国特許出願第 873,605 号（出願日：1997 年 6 月 12 日）などに開示される、反射光学素子としてビームスプリッタを用いずに凹面鏡などを有する反射屈折系を用いることができる。本国際出願で指定した指定国又は選択した選択国の国内法令が許す限りにおいて、上記各公報及びこれらに対応する米国特許、及び米国特許出願における開示を援用して本明細書の記載の一部とする。

この他、特開平 10-104513 号公報及び米国特許第 5,488,229 号に開示される、複数の屈折光学素子と 2 枚のミラー（凹面鏡である主鏡と、屈折素子又は平行平面板の入射面と反対側に反射面が形成される裏面鏡である副鏡）とを同一軸上に配置し、その複数の屈折光学素子によって形成されるレチクルパターンの中間像を、主鏡と副鏡とによってウエハ上に再結像させる反射屈折系を用いても良い。この反射屈折系では、複数の屈折光学素子に続けて主鏡と副鏡とが配置され、照明光が主鏡の一部を通過して副鏡、主鏡の順に反射され、さらに副鏡の一部を通過してウエハ上に達することになる。本国際出願で指定した指定国又は選択した選択国の国内法令が許す限りにおいて、上記公報及び米国特許における開示を援用して本明細書の記載の一部とする。

さらに、反射屈折型の投影光学系としては、例えば円形イメージフィールドを有し、かつ物体面側、及び像面側が共にテレセントリックであるとともに、その投影倍率が  $1/4$  倍又は  $1/5$  倍となる縮小系を用いても良い。また、この反射屈折型の投影光学系を備えた走査型露光装置の場合、照明光の照射領域が投影光学系の視野内でその光軸をほぼ中心とし、かつレチクル又はウエハの走査方向とほぼ直交する方向に沿って延びる矩形スリット状に規定されるタイプであっても良い。かかる反射屈折型の投影光学系を備えた走査型露光装置によれば、例えば波長  $157\text{ nm}$  の  $F_2$  レーザ光を露光用照明光として用いても  $100\text{ nm L/S}$  パターン程度の微細パターンをウエハ上に高精度に転写することが可能である。

また、真空紫外光としてArFエキシマレーザ光やF<sub>2</sub>レーザ光などが用いられるが、特に、前述のしたように、ビームモニタ機構及び基準波長光源のみを投影光学系PLと同一の環境制御チャンバ内に収納する場合には、DFB半導体レーザ又はファイバーレーザから発振される赤外域、又は可視域の単一波長レーザ光を、例えばエルビウム（又はエルビウムとイットリビウムの両方）がドープされたファイバーアンプで増幅し、非線形光学結晶を用いて紫外光に波長変換した高調波を用いても良い。

例えば、単一波長レーザの発振波長を1.51～1.59 μmの範囲内とすると、発生波長が189～199 nmの範囲内である8倍高調波、又は発生波長が151～159 nmの範囲内である10倍高調波が出力される。特に発振波長を1.544～1.553 μmの範囲内とすると、発生波長が193～194 nmの範囲内の8倍高調波、即ちArFエキシマレーザ光とほぼ同一波長となる紫外光が得られ、発振波長を1.57～1.58 μmの範囲内とすると、発生波長が157～158 nmの範囲内の10倍高調波、即ちF<sub>2</sub>レーザ光とほぼ同一波長となる紫外光が得られる。

また、発振波長を1.03～1.12 μmの範囲内とすると、発生波長が147～160 nmの範囲内である7倍高調波が出力され、特に発振波長を1.099～1.106 μmの範囲内とすると、発生波長が157～158 μmの範囲内の7倍高調波、即ちF<sub>2</sub>レーザ光とほぼ同一波長となる紫外光が得られる。この場合、単一波長発振レーザとしては例えばイッテルビウム・ドープ・ファイバーレーザを用いることができる。

また、半導体素子などのマイクロデバイスだけでなく、光露光装置、EUV（Extreme Ultraviolet）露光装置、X線露光装置、及び電子線露光装置などで使用されるレチクル又はマスクを製造するために、ガラス基板又はシリコンウエハなどに回路パターンを転写する露光装置にも本発明を適用できる。ここで、DUV（遠紫外）光やVUV（真空紫外）光などを用いる露光装置では一般的

に透過型レチクルが用いられ、レチクル基板としては石英ガラス、フッ素がドーピングされた石英ガラス、蛍石、フッ化マグネシウム、又は水晶などが用いられる。また、プロキシミティ方式のX線露光装置、又は電子線露光装置などでは透過型マスク（ステンシルマスク、メンブレンマスク）が用いられ、EUV露光装置では反射型マスクが用いられ、マスク基板としてはシリコンウエハなどが用いられる。

勿論、半導体素子の製造に用いられる露光装置だけでなく、液晶表示素子、プラズマディスプレイなどを含むディスプレイの製造に用いられる、デバイスパターンをガラスプレート上に転写する露光装置、薄膜磁気ヘッドの製造に用いられる、デバイスパターンをセラミックウエハ上に転写する露光装置、及び撮像素子（CCDなど）の製造に用いられる露光装置などにも本発明を適用することができる。

また、上記の実施形態では、露光装置におけるウエハ上の位置合わせマークの位置検出及びウエハの位置合わせの場合を説明したが、本発明を適用した位置検出や位置合わせは、レチクル上の位置合わせマークの位置検出やレチクルの位置合わせに用いることもでき、更に、露光装置以外の装置、例えば物体の観察装置、工場の組み立てライン、加工ライン、検査ラインにおける対象物の位置決め装置等における物体の位置検出やその物体の位置合わせに用いることもできる。

また、本発明を適用したパターンマッチングは、ウエハ上のマークの信号波形に限らず、計測された信号波形によってテンプレートを生成し、テンプレートマッチングを行うパターンマッチングであれば、計測対象を問わない。また、信号値が位置に応じて変化する場合はだけでなく、例えば時間的に信号値が変化する信号波形についても、本発明のパターンマッチングを適用することができる。

また、テンプレートパターンの生成にあたって推定する確率分布は正規分布

のみに限られない。パラメータのそれぞれの値における信号波形値について、正規分布よりも適切な確率分布が知られている場合には、その確率分布に基づいて、波形テンプレートと確率テンプレートとを生成すればよい。

#### 産業上の利用可能性

以上、詳細に説明した様に、本発明のパターンマッチング方法及びパターンマッチング装置によれば、計測された新たな信号波形について、合理的なテンプレートを使用したテンプレートマッチングをすることができる。したがって、本発明のパターンマッチング方法及びパターンマッチング装置は、テンプレートマッチングによる信号処理を精度良く行うことに適している。

また、本発明の位置検出方法および位置検出装置によれば、被検体に形成された特定マークに関する計測された信号波形を使用して、本発明のパターンマッチング方法によって、波形テンプレート及び確率テンプレートを生成してテンプレートマッチングを行い、位置検出対象である特定マークの位置を検出する。したがって、本発明の位置検出方法および位置検出装置は、被検体に形成された特定マークの位置を精度良く検出することに適している。

また、本発明の位置合わせ方法及び位置合わせ装置によれば、本発明の位置検出方法によって検出された特定マークの位置に基づいて、特定マークが形成された被検体を位置合わせする。したがって、本発明の位置合わせ方法及び位置合わせ装置は、被検体を精度良く位置合わせすることに適している。

また、本発明の露光方法及び露光装置によれば、本発明の位置検出方法を使用して、基板に形成された所定数の位置合わせマークの位置を検出し、その検出結果に基づいて基板の位置合わせを行いつつ、区画領域に所定パターンを転写する。したがって、本発明の露光方法及び露光装置は、多層的なパターン形成にあたって行われる多層露光を、層間の重ね合わせ精度を向上して行うことに適している。このため、本発明の露光装置は、微細パターンを有するデバイ

スの量産製造に適している。

## 請 求 の 範 囲

1. 少なくとも1つのパラメータの値の変化に応じて値が変化する信号の波形について、テンプレートマッチングを行うパターンマッチング方法であって、

計測された複数の信号波形に基づいて、前記パラメータの値それぞれにおける信号値の生起確率分布を推定する第1工程と；

前記生起確率分布に基づいて、前記パラメータの値それぞれにおける信号値の期待値から成る波形テンプレートと、前記パラメータの値それぞれにおける前記期待値の生起確率情報から成る確率テンプレートとを生成する第2工程と；

前記確率テンプレートにおける前記期待値の生起確率情報を前記パラメータの各値における重み情報としつつ、計測された新たな信号波形と前記波形テンプレートとのテンプレートマッチングを行う第3工程と；を含むパターンマッチング方法。

2. 請求項1に記載のパターンマッチング方法において、

前記生起確率分布は正規分布であることを特徴とするパターンマッチング方法。

3. 請求項1に記載のパターンマッチング方法において、

前記期待値は、前記パラメータの値それぞれにおいて計測された信号値の平均値であり、

前記生起確率情報は、前記期待値における前記生起確率分布の確率密度関数値に応じた値であることを特徴とするパターンマッチング方法。

4. 請求項 1 に記載のパターンマッチング方法において、

前記新たな信号波形及び前記生起確率分布に基づいて、前記パラメータの値それぞれにおける信号値の新たな期待値から成る新たな波形テンプレートと、前記パラメータの値それぞれにおける前記新たな期待値の生起確率情報から成る新たな確率テンプレートとを生成する第 4 工程とを更に含み、

前記第 4 工程と前記第 3 工程とが順次繰り返して行われることを特徴とするパターンマッチング方法。

5. 複数の計測された信号波形に基づいて生成された波形信号のテンプレートを使用して、順次計測された信号波形とテンプレートマッチングするパターンマッチング方法であって、

前記テンプレートを使用して、計測された新たな信号波形をテンプレートマッチングする第 1 工程と；

前記新たな信号波形を更に加えた複数の信号波形に基づいて、前記信号波形の新たなテンプレートを生成する第 2 工程と；を含み、

前記第 1 工程と前記第 2 工程とを繰り返して行うことを特徴とするパターンマッチング方法。

6. 請求項 5 に記載のパターンマッチング方法において、

前記第 2 工程は、

前記複数の信号波形に基づいて、波形変化に関するパラメータの値それぞれにおける信号値の生起確率分布を推定する第 3 工程と；

前記生起確率分布に基づいて、前記パラメータの値それぞれにおける信号値の期待値から成る波形テンプレートと、前記パラメータの値それぞれにおける前記期待値の生起確率情報から成る確率テンプレートとを生成する第 4 工程と；を含むことを特徴とするパターンマッチング方法



7. 請求項 6 に記載のパターンマッチング方法において、  
前記生起確率分布は正規分布であることを特徴とするパターンマッチング方法。

8. 請求項 6 に記載のパターンマッチング方法において、  
前記期待値は、前記パラメータの値それぞれにおいて計測された信号値の平均値であり、

前記生起確率情報は、前記期待値における前記生起確率分布の確率密度関数値に応じた値であることを特徴とするパターンマッチング方法。

9. 少なくとも 1 つのパラメータの値の変化に応じて値が変化する信号の波形について、テンプレートマッチングを行うパターンマッチング装置であって、  
計測された複数の信号波形から推定された、前記パラメータ値それぞれにおける信号値の生起確率分布に基づいて、前記パラメータの値それぞれにおける信号値の期待値から成る波形テンプレートと、前記パラメータ値それぞれにおける前記期待値の生起確率情報から成る確率テンプレートとを生成するテンプレート生成装置と；

前記確率テンプレートにおける前記期待値の生起確率情報を前記パラメータの各値における重み情報としつつ、計測された新たな信号波形と前記波形テンプレートとのテンプレートマッチングを行うマッチング判定装置と；を備えるパターンマッチング装置。

10. 請求項 9 に記載のパターンマッチング装置において、  
前記テンプレート生成装置は、前記新たな信号波形及び前記生起確率分布に基づいて、新たな波形テンプレート及び確率テンプレートを生成することを特

徴とするパターンマッチング装置。

1 1. テンプレートマッチングを行うパターンマッチング装置であって、  
計測された複数の信号波形に基づいて、信号波形のテンプレートを生成する  
テンプレート生成装置と；  
前記テンプレートを使用して、新たな信号波形のテンプレートマッチングを  
行うマッチング判定装置と；を備え、  
前記テンプレート生成装置は、前記複数の信号波形及び前記新たな信号波形  
に基づいて新たなテンプレートを生成することを特徴とするパターンマッチン  
グ装置。

1 2. 被検体に形成された特定マークの位置を検出する位置検出方法であっ  
て、  
前記被検体に形成され、前記特定マークとほぼ同一形状の複数のマークを計  
測する第 1 計測工程と；  
前記特定マークを計測する第 2 計測工程と；  
前記複数のマークそれぞれについて計測された信号波形を複数の信号波形と  
し、前記特定マークについて計測された信号波形を新たな信号波形とし、位置  
をパラメータとして、請求項 1 ～ 8 のいずれか一項に記載のパターンマッチン  
グ方法によってパターンマッチングを行うパターンマッチング工程と；  
前記パターンマッチングの結果に基づいて、前記特定マークの位置情報を求  
める位置検出工程と；を含む位置検出方法。

1 3. 請求項 1 2 に記載の位置検出方法において、  
前記特定マークは第 1 方向で周期的に変化し、前記パラメータは前記第 1 方  
向に関する位置であることを特徴とする位置検出方法。

14. 請求項13に記載の位置検出方法において、

前記特定マークは、前記第1方向とは異なる第2方向でも周期的に変化し、  
前記パラメータは前記第1方向及び前記第2方向で定義される平面における2次元位置であることを特徴とする位置検出方法。

15. 被検体に形成された特定マークの位置を検出する位置検出装置であって、

前記特定マーク及び前記被検体に形成された前記特定マークとほぼ同一形状の複数のマークを計測する計測装置と；

前記複数のマークそれぞれについて計測された信号波形を複数の信号波形とし、前記特定マークについて計測された信号波形を新たな信号波形とし、位置をパラメータとして、パターンマッチングを行う請求項9～11のいずれか一項に記載のパターンマッチング装置と；

前記パターンマッチングの結果に基づいて、前記特定マークの位置情報を求める処理装置と；を備える位置検出装置。

16. 請求項15に記載の位置検出装置において、

前記計測装置は、前記被検体に形成されたマークを撮像する撮像装置を有し、

前記信号波形は、前記撮像装置によって撮像されたマーク像における、位置に応じた光強度の変化であることを特徴とする位置検出装置。

17. 互いにほぼ同一形状の第1の数のマークが形成された被検体の位置合わせを行う位置合わせ方法であって、

前記第1の数のマークから選択された第2の数のマークそれぞれを順次特定マークとして、請求項12に記載の位置検出方法によって、前記第2の数のマ

ークの位置情報を検出するマーク位置検出工程と；

前記第 1 工程において検出された前記第 2 の数のマークの位置情報に基づいて、前記被検体の位置合わせを行う位置合わせ工程；とを含む位置合わせ方法。

18. 互いにほぼ同一形状の第 1 の数のマークが形成された被検体の位置合わせを行う位置合わせ装置であって、

前記第 1 の数のマークから選択された第 2 の数のマークそれぞれを順次特定マークとして、前記第 2 の数のマークの位置情報を検出する請求項 15 に記載の位置検出装置と；

前記位置検出装置によって求められた前記第 2 の数のマークの位置情報に基づいて、前記被検体の位置合わせを行う位置制御装置；とを備える位置合わせ装置。

19. マスクに形成されたパターンを基板上の区画領域に転写する露光方法であって、

前記基板を被検体とし、前記基板上に形成され、互いにほぼ同一形状を有する第 1 の数の位置合わせマークから選択された第 2 の数の位置合わせマークそれぞれを順次特定マークとして、請求項 12 に記載の位置検出方法によって、前記第 2 の数の位置合わせマークの前記基板上の位置情報を求め、前記区画領域の前記基板上の位置情報を求める区画領域位置検出工程と；

前記区画領域位置検出工程において求められた前記区画領域の前記基板上の位置情報に基づいて、前記基板の位置合わせを行いつつ、前記区画領域に前記パターンを転写する転写工程と；を含む露光方法。

20. 請求項 19 に記載の露光方法において、

前記複数の区画領域は、前記基板上にマトリクス状に配列され、

前記位置合わせマークは、前記マトリクスの行方向に関する位置合わせに使用され、互いにほぼ同一形状を有する第3の数の第1位置合わせマークと、前記マトリクスの列方向に関する位置合わせに使用され、互いにほぼ同一形状を有する第4の数の第2位置合わせマークとから成り、

前記区画領域位置検出工程では、前記第3の数の第1位置合わせマークから選択された第5の数の第1位置合わせマークそれぞれを順次特定マークとして、請求項12に記載の位置検出方法によって、前記第5の数の第1位置合わせマークの前記基板上における前記行方向に関する位置情報を求めるとともに、前記第4の数の第2位置合わせマークから選択された第6の数の第2位置合わせマークそれぞれを順次特定マークとして、請求項12に記載の位置検出方法によって、前記第6の数の第2位置合わせマークの前記基板上における前記列方向に関する位置情報を求め、前記第5の数の第1位置合わせマークの行方向位置情報と前記第6の数の第2位置合わせマークの列方向位置情報とを統計処理して、前記の区画領域の前記基板上の位置情報を求めることを特徴とする露光方法。

21. マスクに形成されたパターンを基板上の区画領域に転写する露光装置であって、

前記基板を移動面に沿って移動させるステージ装置と；

前記基板を被検体とし、前記基板上に形成され、互いにほぼ同一形状を有する第1の数の位置合わせマークから選択された第2の数の位置合わせマークそれぞれを順次特定マークとして、前記第2の数の位置合わせマークの位置情報を求める請求項15に記載の位置検出装置と；を備える露光装置。

22. リソグラフィ工程を含むデバイスの製造方法において、

前記リソグラフィ工程では、請求項19に記載の露光方法によって、基板上

の区画領域に所定のパターンを転写することを特徴とするデバイスの製造方法。

23. 請求項21に記載の露光装置を利用して製造されたデバイス。



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



Fig. 2A

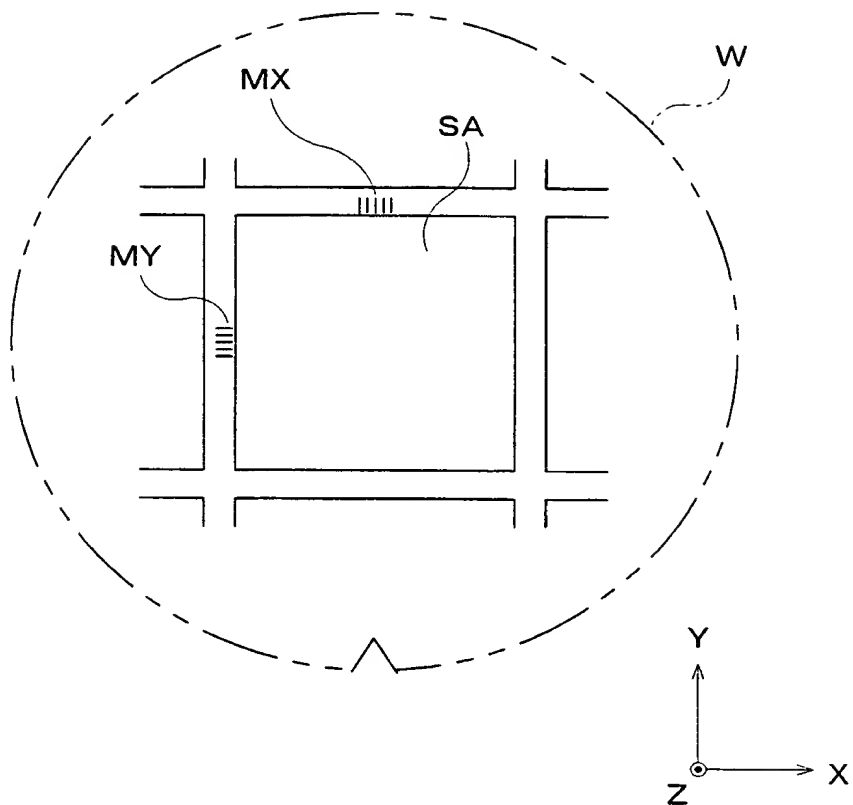
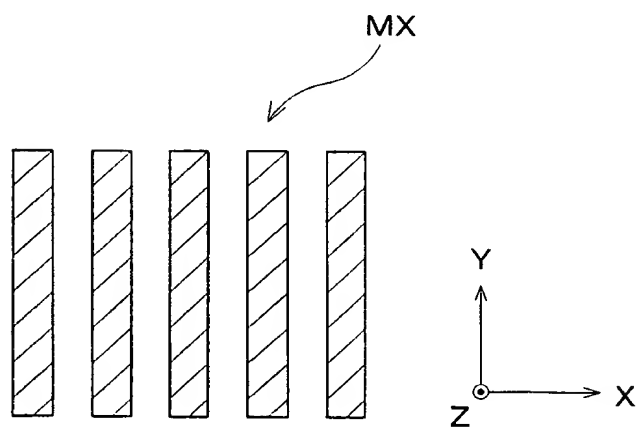


Fig. 2B



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

Fig. 3A

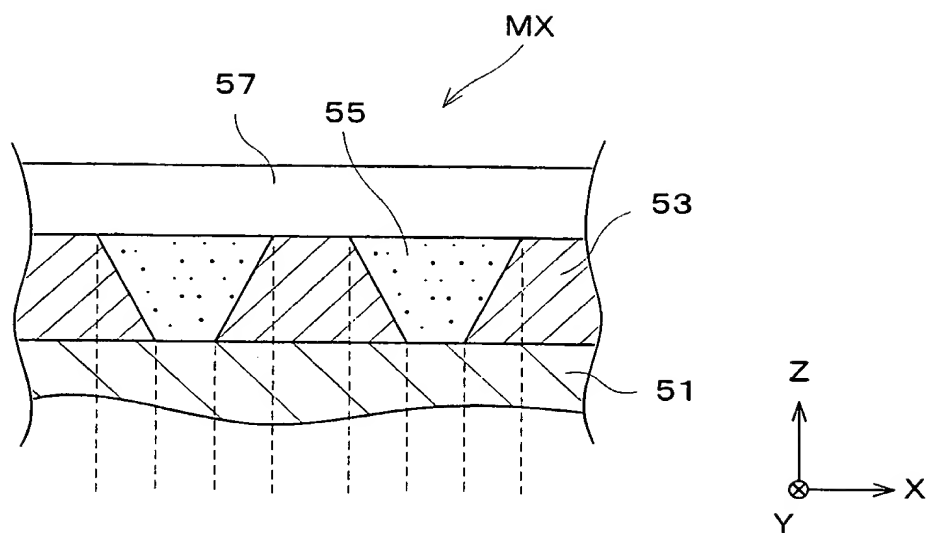
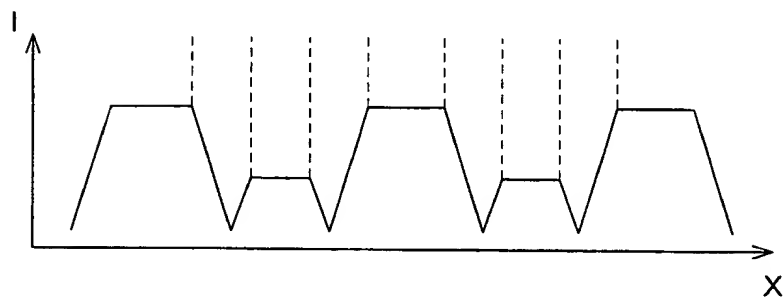
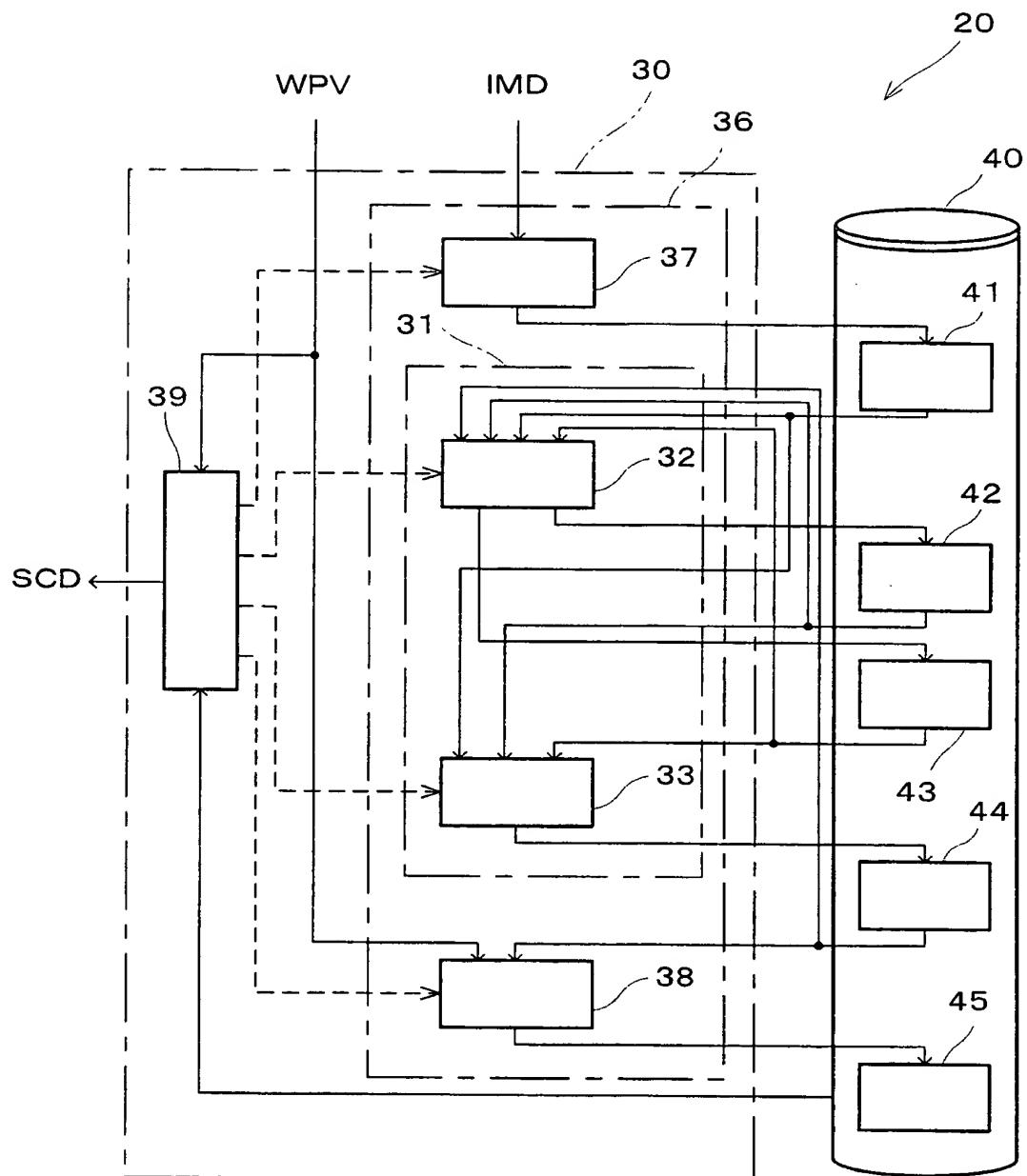


Fig. 3B



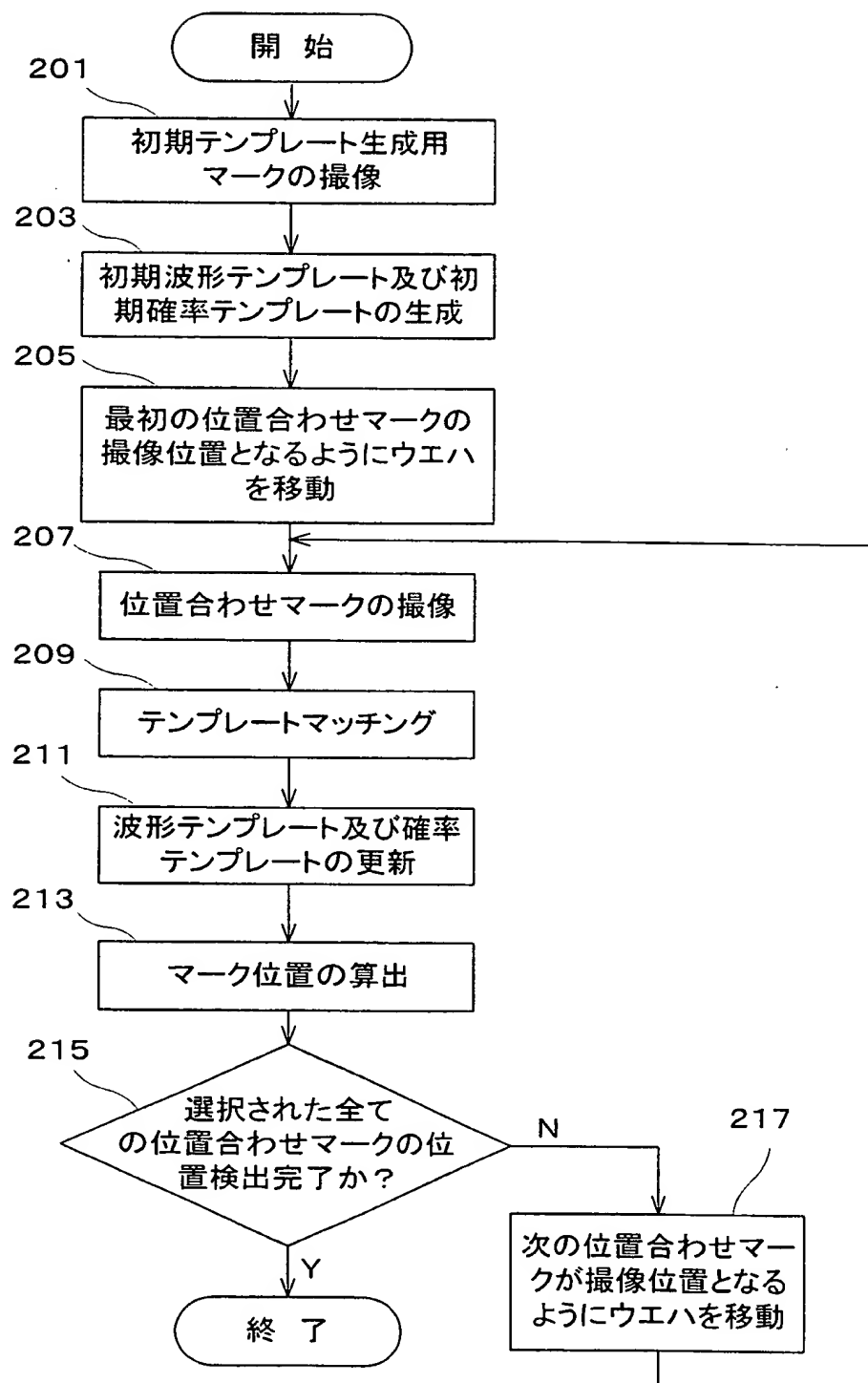
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

Fig. 4



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

F i g . 5



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



Fig. 6 A

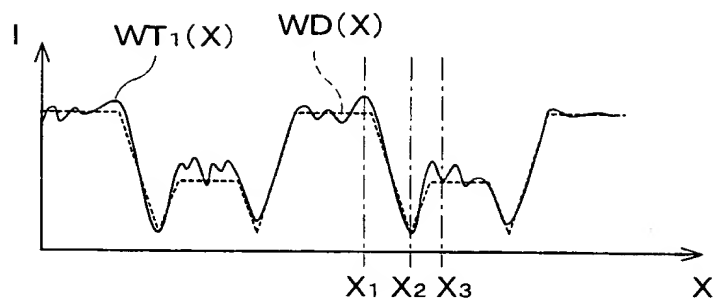


Fig. 6 B

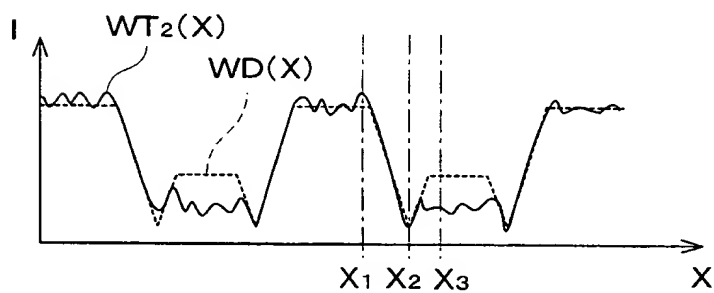
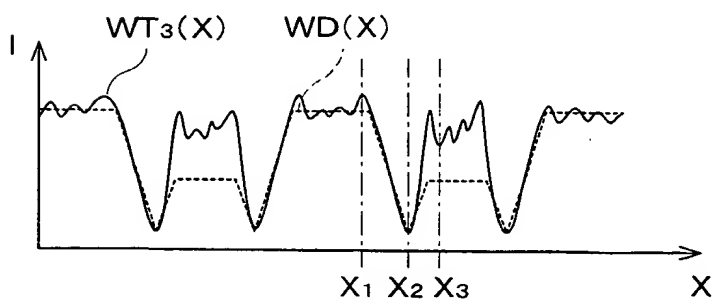


Fig. 6 C



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

Fig. 7A

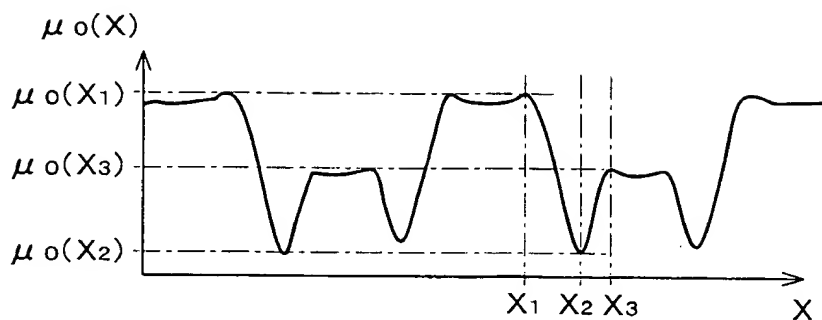


Fig. 7B

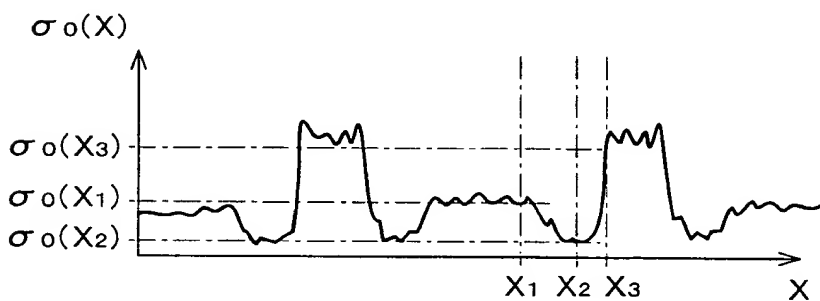
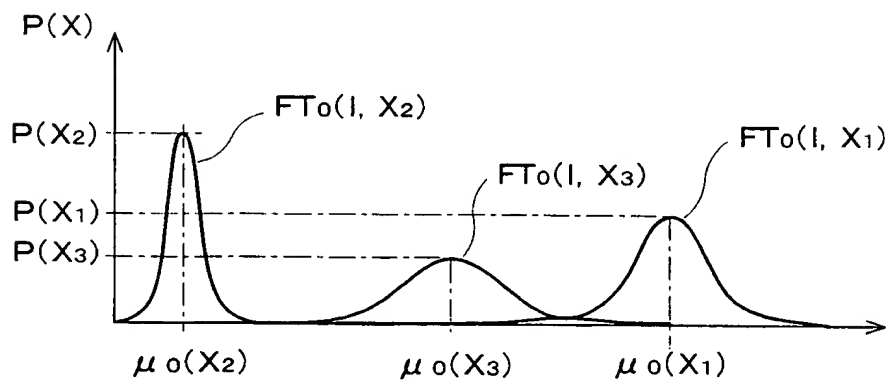
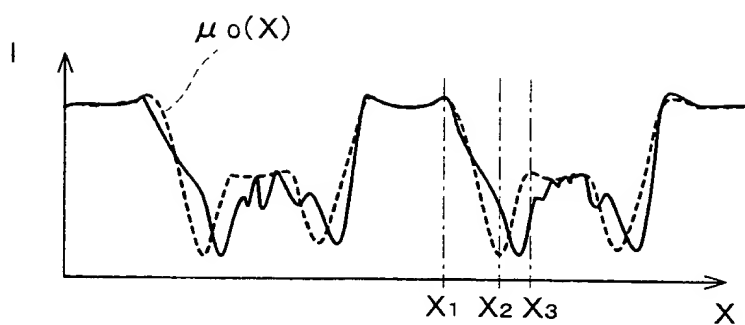


Fig. 8

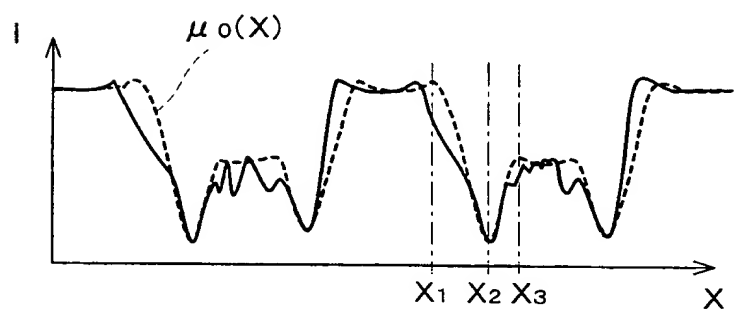


**THIS PAGE BLANK (S)**

F i g . 9 A

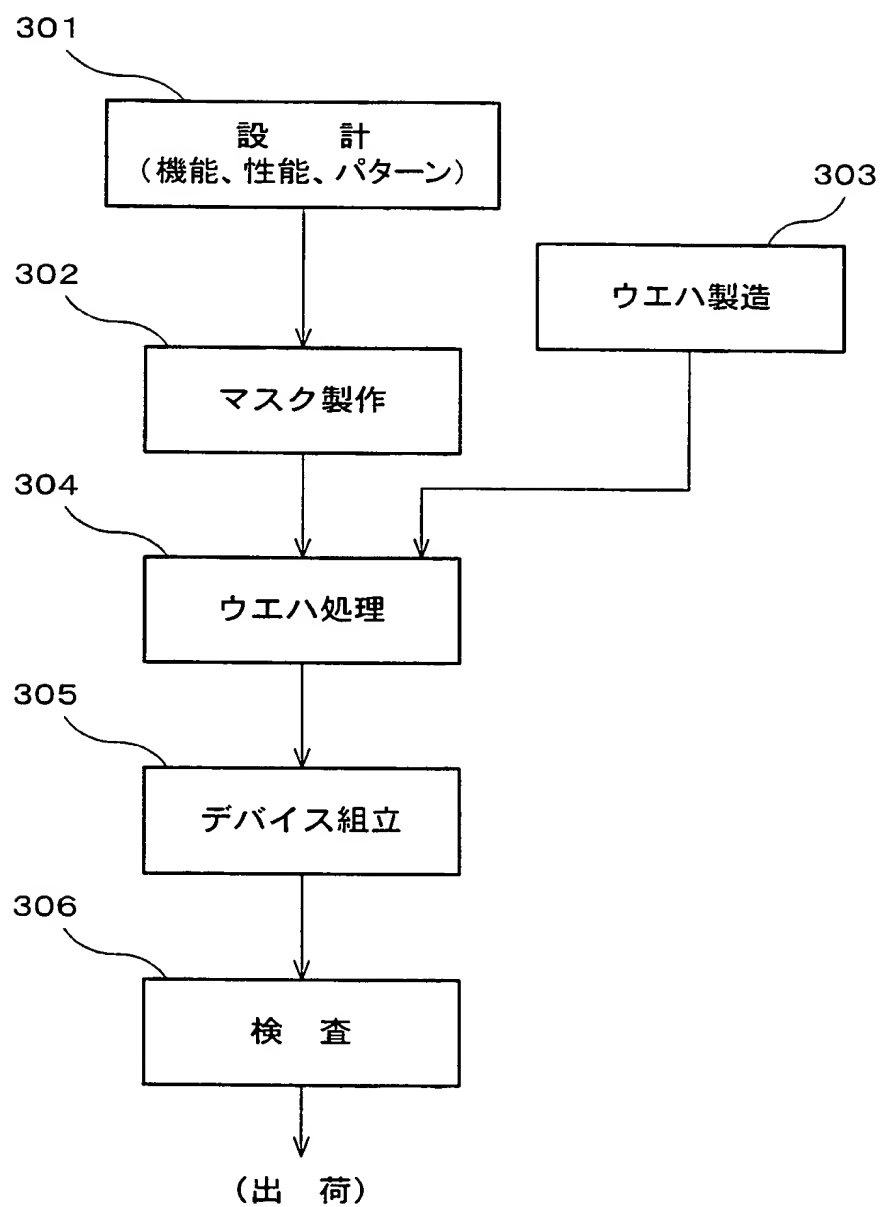


F i g . 9 B



**THIS PAGE BLANK (05/1)**

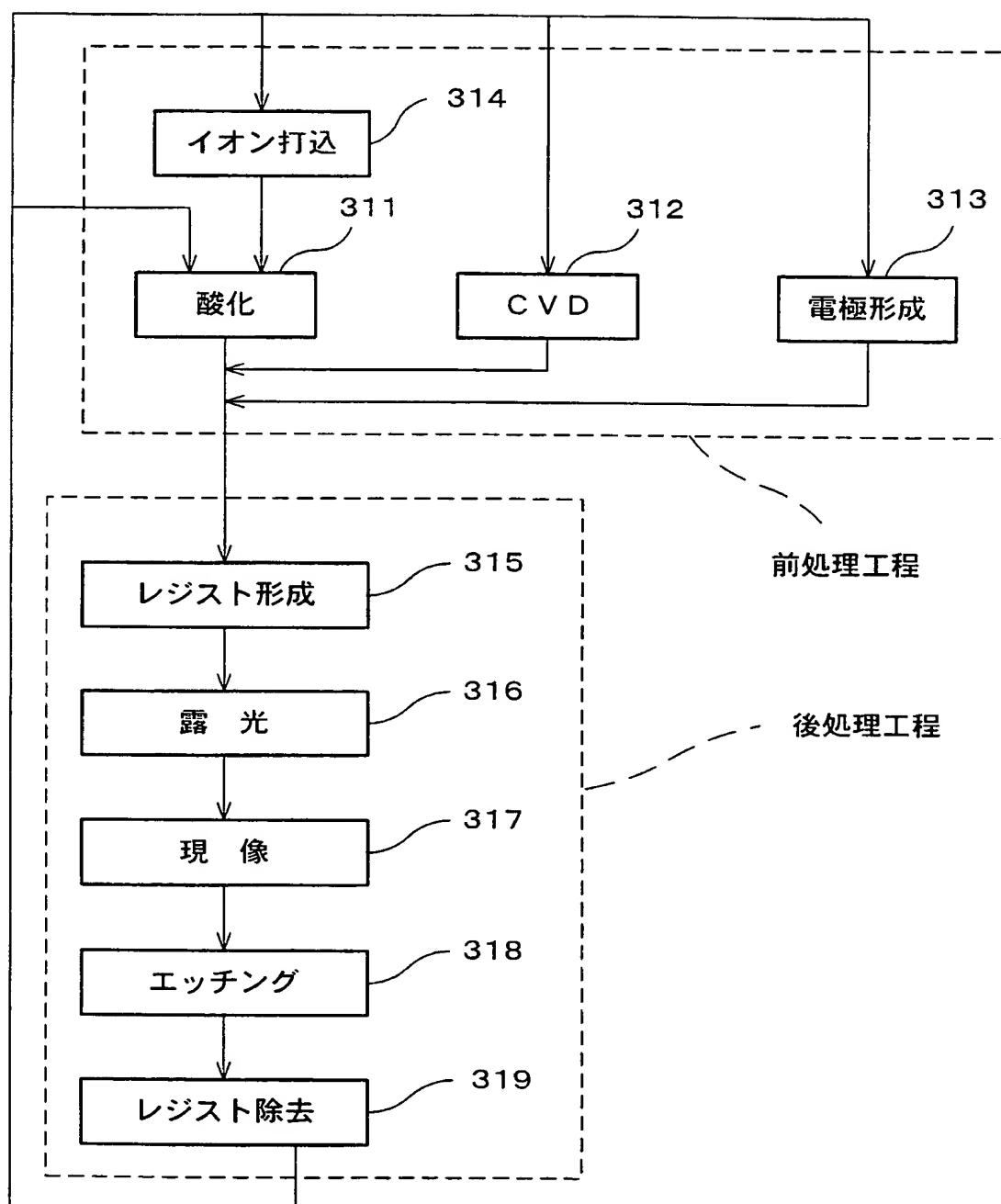
F i g . 1 0



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



Fig. 11



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/00182

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.<sup>7</sup> H01L21/027

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.<sup>7</sup> H01L21/027

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

|                           |           |                            |           |
|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Jitsuyo Shinan Koho       | 1926-1996 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2000 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2000 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2000 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages   | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| X         | JP, 10-326739, A (Nikon Corporation),<br>08 December, 1998 (08.12.98) (Family: none) | 5,11-23               |
| Y         | JP, 10-97983, A (Nikon Corporation),<br>14 April, 1998 (14.04.98) (Family: none)     | 5,11-23               |
| Y         | JP, 4-23421, A (Canon Inc.),<br>27 January, 1992 (27.01.92) (Family: none)           | 5,11-23               |

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
04 April, 2000 (04.04.00)

Date of mailing of the international search report  
18 April, 2000 (18.04.00)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H01L21/027

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H01L21/027

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2000年

日本国登録実用新案公報 1994-2000年

日本国実用新案登録公報 1996-2000年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の<br>カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                              | 関連する<br>請求の範囲の番号 |
|-----------------|--|------------------|
| X               | JP, 10-326739, A(株式会社ニコン)8. 12月. 1998(08. 12. 98)<br>(ファミリーなし) | 5, 11-23         |
| Y               | JP, 10-97983, A(株式会社ニコン)14. 4月. 1998(14. 04. 98)<br>(ファミリーなし)  | 5, 11-23         |
| Y               | JP, 4-23421, A(キヤノン株式会社)27. 1月. 1992(27. 01. 92)<br>(ファミリーなし)  | 5, 11-23         |

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

04. 04. 00

国際調査報告の発送日

18 April 2000 (18.04.00)

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

芝 哲央

2M

7810

電話番号 03-3581-1101 内線 6221

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**